



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Estabilización de suelos con ceniza de cáscara de arroz en capa  
de afirmado, C.P. Conache, distrito Laredo, La Libertad, 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Agreda Alfaro, Sara Damaris (orcid.org: 0000-0001-9550-5236)

Rodriguez Barreto, Miguel Angel (orcid.org: 0000-0001-6160-5570)

**ASESORES:**

Mg. Horna Araujo, Luis Alberto (orcid.org: 0000-0002-3674-9617)

Dr. Farfán Córdova, Marlon Gastón (orcid.org: 0000-0001-9295-5557)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Este proyecto está dedicado a mis padres Percy Agreda Campos y Rosa Alfaro Neyra por el apoyo incondicional tanto económico como moral y sus consejos que día a día me ayudaron a salir adelante y poder luchar por mis sueños, a mis hermanas, mis sobrinos y mi pareja por estar conmigo en las buenas, las malas y brindarme el apoyo moral día con día durante todo el transcurso de mi carrera universitaria, gracias por ayudarme a poder vencer todos los obstáculos y salir adelante para cumplir con esta meta trazada.

**Agreda Alfaro, Sara Damaris.**

Quiero dedicar esta investigación a mi Padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; por su apoyo incondicional y su motivación constante a seguir luchando para alcanzar esta meta que me propuse, también a mi hermana porque siempre me apoya en cada paso que doy y a mis profesores de la universidad César Vallejo por sus enseñanzas durante estos años de estudio

**Rodríguez Barreto, Miguel Angel**

## **Agradecimiento**

En primera instancia agradezco a Dios por la vida que nos brinda y por darme la salud, sabiduría e inteligencia, para poder lograr cada meta propuesta. A mi familia por ser el motivo de cada logro, gracias por estar presentes en cada paso que doy en mi formación profesional y tener la plena confianza en mí. A mis asesores al Mg. Horna Araujo Luis Alberto y al Dr. Farfán Córdova Marlon Gastón, por su apoyo y dedicación en la elaboración del presente proyecto de investigación por su orientación y experiencia en las enseñanzas compartidas.

**Agreda Alfaro, Sara Damaris.**

Agradezco a dios por siempre guiarme en cada paso que doy, A mi madre y padre por su apoyo antes mis dificultades, también a mis docentes de la universidad César Vallejo por sus enseñanzas.

**Rodríguez Barreto, Miguel Angel**

## Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de Figuras.....	vii
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	14
3.2. Variables y Operacionalización .....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos .....	32
IV. RESULTADOS .....	33
4.1. Estudio topográfico del centro poblado Conache .....	33
4.2. Estudio geológico del suelo que pertenece a los caminos del centro poblado Conache .....	36
4.3. Estudio geotécnico del suelo de los caminos del centro poblado adicionando el 10%, 20% y 30% de ceniza de cáscara de arroz.....	41
4.4. Estudios de tráfico en el centro poblado de Conache .....	48
4.5. Diseño de la capa de afirmado del centro poblado de Conache .....	49
V. DISCUSIÓN .....	50
VI. CONCLUSIÓN .....	53
VII. RECOMENDACIONES .....	55
VIII. REFERENCIAS.....	56

ANEXOS..... 68

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Matriz de muestra para ensayo de capacidad de soporte (CBR).</i> .....	15
<b>Tabla 2.</b> <i>Matriz de muestra para ensayo de Proctor modificado.</i> .....	16
<b>Tabla 3.</b> <i>Cantidad de pruebas por ensayo y el número total de la muestra.</i> .....	16
<b>Tabla 4.</b> <i>Toma de resultados obtenidos del ensayo de CBR.</i> .....	23
<b>Tabla 5.</b> <i>Toma de resultados obtenidos del ensayo Proctor modificado.</i> .....	25
<b>Tabla 6.</b> <i>Factores direccionales y de carril.</i> .....	26
<b>Tabla 7.</b> <i>Tipos de tráfico según número de repeticiones acumulados.</i> .....	28
<b>Tabla 8.</b> <i>Diferencia de serviciabilidad.</i> .....	29
<b>Tabla 9.</b> <i>Nivel de confiabilidad.</i> .....	29
<b>Tabla 10.</b> <i>Desviación estándar normal</i> .....	29
<b>Tabla 11.</b> <i>Distancias de las calles del centro poblado Conache.</i> .....	33
<b>Tabla 12.</b> <i>Áreas de las calles del centro poblado Conache.</i> .....	34
<b>Tabla 13.</b> <i>Elevaciones y cotas del tramo estudiado en el centro poblado Conache</i> .....	36
<b>Tabla 14.</b> <i>Análisis granulométrico del suelo del tramo estudiado en el centro poblado Conache</i> .....	37
<b>Tabla 15.</b> <i>Contenido de humedad del suelo del tramo estudiado en el centro poblado Conache.</i> .....	38
<b>Tabla 16.</b> <i>Límites de Atterberg del suelo del tramo estudiado en el centro poblado Conache.</i> .....	39
<b>Tabla 17.</b> <i>Peso específico del suelo del tramo estudiado en el centro poblado Conache.</i> .....	39
<b>Tabla 18.</b> <i>CBR del suelo del tramo estudiado en el centro poblado Conache.</i> ....	40
<b>Tabla 19.</b> <i>Análisis de la Media de los resultados de CBR.</i> .....	42
<b>Tabla 20.</b> <i>Significancia en prueba de normalidad – kolmogorov Smirnov</i> .....	42
<b>Tabla 21.</b> <i>Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para pruebas relacionadas</i> .....	43
<b>Tabla 22.</b> <i>Resumen de contraste de hipótesis</i> .....	43
<b>Tabla 23.</b> <i>Análisis de la Media de los resultados del ensayo de Proctor modificado</i> .....	45
<b>Tabla 24.</b> <i>Significancia en prueba de normalidad</i> .....	46

<b>Tabla 25.</b> <i>Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para pruebas relacionadas</i> .....	46
<b>Tabla 26.</b> <i>Resumen de contraste de hipótesis</i> .....	47
<b>Tabla 27.</b> <i>Índice medio diario anual</i> .....	48

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Diseño de investigación. ....	14
<b>Figura 2.</b> Ábaco de Casagrande .....	21
<b>Figura 3.</b> Ábaco de capa subbase.....	31
<b>Figura 4.</b> Ensayo de CBR al 95% de máxima densidad seca .....	41
<b>Figura 5.</b> Porcentaje de las variaciones alcanzadas.....	41
<b>Figura 6.</b> Ensayo de compactación proctor modificado. ....	44
<b>Figura 7.</b> Porcentaje de las variaciones alcanzadas.....	45
<b>Figura 8.</b> Estructura de la capa de afirmado diseñada.....	<b>50</b>

## Resumen

La presente investigación se llevó a cabo en la ciudad de Trujillo, en el centro poblado de Conache. Como objetivo general se buscó estabilizar los suelos aplicando ceniza de cáscara de arroz (CCA) en la capa de afirmado del centro poblado de Conache. La investigación es de tipo cuantitativa, cuasi experimental. Para el análisis de datos se empleó guías de observación y fichas resumen; se evaluó las propiedades mecánicas incorporando el 10%, 20%, 30% de CCA. Realizados los estudios, se obtuvo como resultados: área total 66722.83 m<sup>2</sup>; suelo conformado por 2 estratos, primer estrato con valor de soporte de california (CBR) de 27.9% al 95% de máxima densidad seca (MDS) y el segundo con CBR de 6.08% al 95 de MDS; al añadir el 10%, 20%, 30% de CCA al suelo del primer estrato el CBR aumenta a 42.88%, 38.84% y 40.85% respectivamente; el diseño presentará una capa de afirmado natural con espesor de 10 pulgadas y afirmado estabilizado con espesor de 11 pulgadas. Se concluye que incorporando el 10% de CCA se logra incrementar el CBR de un 27.9% a 42.88%, llegando a necesitar 1 864.24 m<sup>3</sup> de CCA para la estabilización total de los caminos del sector estudiado.

**Palabras clave:** caminos, estabilización, ceniza, CBR, suelo

### **Abstract**

This research was carried out in the city of Trujillo, in the town of Conache. The general objective was to stabilize soils by applying rice husk ash (RHA) in the consolidation layer of the Conache town center. The research is of a purely quantitative, experimental type. For data analysis, observation guides and summary sheets were used; mechanical properties were evaluated by incorporating 10%, 20%, 30% of CCA. Once the studies were carried out, the following results were obtained: total area 66722.83 m<sup>2</sup>; soil conformed by 2 strata, first stratum with a California bearing value (CBR) of 27.9% at 95% of maximum dry density (MDS) and the second with a CBR of 6.08% at 95% of MDS; when adding 10%, 20%, 30% of CCA to the soil of the first stratum the CBR increases to 42.88%, 38.84% and 40.85%, respectively; the design will present a layer of natural soil with a thickness of 10" and stabilized soil with a thickness of 11". It is concluded that incorporating 10% of CCA increases the CBR from 27.9% to 42.88%, reaching the need of 1,864.24 m<sup>3</sup> of CCA for the total stabilization of the roads in the studied sector.

**Keywords:** roads, stabilization, ash, CBR, soil.

## **I. INTRODUCCIÓN:**

En la actualidad, muchos lugares o centros poblados presentan en su infraestructura vial, la empleabilidad de material granular como afirmado en su carpeta superficial; esta carpeta de rodadura se diseña para periodos de 5 años, y con frecuencia de mantenimiento periódico cada 3 años; esto se debe a la falta de inversión económica de los gobiernos. La realidad de muchos diseños de estos caminos es que carecen de un adecuado drenaje, lo cual provocará empozamientos que van a malograr la capa de rodadura; los materiales empleados como afirmado son del propio lugar, sin evaluar que cumplan con las propiedades necesarias, provocando fallas estructurales y superficiales al pasar el tiempo.

A medida que pasa el tiempo se busca mejorar de alguna manera las características de estos suelos que serán usados en el diseño del espesor de la capa superficial; este viene a ser el caso de Nigeria, que en los últimos años viene utilizando diferentes alternativas de estabilizadores en diferentes tipos de suelos del país; para aumentar de forma positiva los resultados en su empleabilidad como capa superficial, entre estos estabilizadores destacan el carburo de calcio y la ceniza que es el producto de quemar la cascarilla de arroz (Ayodele y Fajimi, 2022).

Según Sagar y Sandeep (2022), la infraestructura vial en la India, es muy importante, ya que aporta de manera significativa en el desarrollo de la economía del país, esto involucra diseñar y construir buenas carreteras y caminos. Por lo tanto, proponen el uso de estabilizadores que no sean los tradicionales, como por ejemplo el cemento y la cal. Lo que se propone es el uso de geopolímeros de cenizas volantes, logrando observar la viabilidad significativa en su evaluación, entre estos: aumento de la resistencia de compresión y del Californian Bearing Ratio (CBR), provocando que los espesores sean de menor longitud.

Mientras tanto, es necesario conocer que, de los 141 puestos de las economías estimadas en infraestructura, el Perú se sitúa en el lugar 88. Así mismo, en el sub pilar de la Infraestructura de transporte, nuestro país se viene posicionando en el lugar 97; gracias a esto, el desarrollo a los indicativos de la efectividad en prestaciones portuarias (92) e interconexión de envíos (39). Sin embargo, nuestra perspectiva referente a los índices de conexión de vías (102) y la calidad de la infraestructura presente en las carreteras (110); así manifiesta la perturbadora posición del Perú en determinación de infraestructura vial. Entre tanto, las evoluciones en particularidad de vías pavimentadas suceden notoriamente: con respecto a las cifras publicadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC); el 59.9% de la red vial a nivel nacional que se podía visualizar en el año 2012, aumentó a 79.1% en el año 2018. A pesar de ello, la orientación viene a ser inexacta en cantidad a la red a nivel de departamentos, contando con 3,623 km como total, obtuvo en el año 2018 un 13.2% de vías pavimentadas (COMEXPERU, 2020).

En la Libertad, tan solo el 11.8% de sus carreteras se encuentran pavimentadas; es por esto, que existe una problemática notable ya que es urgente realizar una variedad de obras viales; lo que nos va a posibilitar el progreso gradualmente de la conectividad; el problema de la infraestructura vial en La Libertad es que a falta de una adecuada inversión económica en un buen diseño de pavimentos, seguido de un correcto proceso constructivo; los municipios o centros poblados con la intención de mejorar el transporte; se ven en la necesidad de realizar caminos vecinales con un diseño geométrico simple y con materiales del mismo lugar sin alcanzar los estándares mínimos. De acuerdo con el organismo empresarial, del total de 8.796 kilómetros que existen como red vial y de las que dispone La Libertad, solamente el 11,8% se hallan pavimentados; dicho de otra manera, existe una gran brecha en infraestructura, ya que 7.754 kilómetros en la cantidad que falta pavimentar, este total viene a representar al 88,2% del total. (EL COMERCIO, 2019).

La estabilización mecánica, durante los últimos años se encuentra sustituida por la estabilización química, debido a que están existiendo novedosos métodos para estabilizar un suelo en el que se utilizan elementos químicos, que a cierta medida estos elementos han alcanzado contaminar el ambiente.

Ante esta situación, los investigadores pretenden estabilizar el suelo de la capa de afirmado de los sectores del centro poblado Conache empleando ceniza de cáscara de arroz (CCA), para ello se considera utilizar 10%, 20% y 30% de CCA, se aplicarán estas proporciones con la finalidad de buscar que se mejore los resultados de las propiedades de la vía no pavimentada de una manera eficaz, económica y sostenible. De tal manera, se formula el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la estabilización de los suelos que se realizará en la capa de afirmado con la ceniza de cáscara de arroz del distrito Laredo, provincia de Trujillo, Departamento La Libertad?

La justificación teórica de la investigación está sujeta a bases teóricas y normativas sobre los diferentes métodos y elementos a utilizar en la estabilización de suelos, se planea recomendar una nueva opción con el fin de poder estabilizar los materiales propios del lugar que son empleados en la capa de afirmado, así mismo, existen investigaciones previas en la que los resultados terminaron siendo beneficiosos con respecto a la capacidad y comportamiento del suelo, disponiendo como consecuencia un nivel significativo de estabilidad del suelo, acatar con la demandante carga de la estructura y disminuir carencias económicas. Por otro lado, la justificación práctica se sustenta por medio de procedimientos mecánicos, de los cuales se logrará mejorar las propiedades de los suelos pertenecientes al lugar de estudio a través de ensayos de laboratorio, como alternativa de solución buscando la optimización de la infraestructura de las vías de la zona y reducción de los problemas de contaminación ambiental. Desde el punto de vista social se sostiene que esta investigación servirá como punto de partida en la evaluación y ejecución de obras que van a permitir el acceso de vehículos a los diferentes sectores del centro poblado de Conache; aminorando así daños en los vehículos que

percuten en la economía de manera que, la población de este sector no tendrá que caminar largas distancias para llegar a su domicilio exponiéndose al clima y la inseguridad. Finalmente, la investigación metodológicamente contribuirá como un modo de orientación con la finalidad de poder crear un material innovador y a la vez sostenible para la estabilización de suelos empleados en la capa de afirmado.

Con el fin de dar respuesta a la formulación del problema ya descrito, están considerando como el objetivo general: Estabilizar los suelos aplicando CCA en la capa de afirmado del centro poblado de Conache del distrito Laredo, provincia de Trujillo – La Libertad. Y como objetivos específicos se tiene: Realizar la sectorización y ubicación de puntos clave con precisión mediante el estudio topográfico del centro poblado Conache. Identificar las propiedades físico – mecánicas que presenta el suelo realizando el estudio geotécnico del suelo de los caminos del centro poblado. Determinar las propiedades mecánicas de la capa de afirmado adicionando el 10%, 20% y 30% de CCA por medio del estudio geotécnico. Determinar los ejes equivalentes para un periodo determinado a través del estudio de tráfico. Calcular el espesor de la capa de afirmado mediante el diseño estructural.

Con respecto a la situación planteamos como hipótesis que la estabilización de suelos será empleando el 20% de CCA con respecto a la cantidad total de la capa de afirmado, la cual tendrá un espesor de 0.20 m.

## II. MARCO TEÓRICO

Para el desenvolvimiento de esta investigación, se resaltó en la búsqueda de antecedentes relacionados con la variable en estudios internacionales y nacionales que se presentan a continuación:

Como antecedentes internacionales, Sagar y Sandeep (2022) en su investigación denominada: “Diseño de pavimento vial de bajo volumen de suelo bajo plástico estabilizado utilizando geopolímeros de cenizas volantes”, propusieron mostrar que, también es posible estabilizar un suelo que presenta un bajo contenido de plasticidad, empleando material estabilizador no tradicional, como es el cemento y la cal; el cual, es empleado en el diseño de la carpeta superficial perteneciente a los caminos vecinales. Para demostrar esto, se realizó la aplicación de geopolímeros de ceniza volante a diferentes porcentajes y con diferentes días de curado en material con baja plasticidad, con la única finalidad de aumentar las diferentes cualidades y características del suelo. Se obtuvo que el geopolímero de cenizas volantes mejoró significativamente las propiedades principalmente la relación de rodamiento California (CBR) y la resistencia a la compresión. Al obtener la mejora en las propiedades de ingeniería que presenta este suelo estabilizado, se puede concluir que tiene consecuencias importantes, como es la significativa reducción de espesores en la estructura de la carpeta de rodadura. Por lo tanto, es un gran aporte, ya que, sirve como guía a los diferentes investigadores para ir proponiendo nuevos materiales y procedimientos que pueden servir para estabilizar un suelo.

Por su parte Ayodele y Fajini (2022) realizaron un análisis de la estabilización del material superficial de sectores tropicales en la investigación de nombre: “Estabilización de suelos tropicales utilizando residuos de carburo de calcio y CCA”, se propuso utilizar aglutinantes que no presenten componentes de cemento o de cal; en su lugar se empleó residuos de carburo de calcio y CCA. La metodología que se siguió fue determinar la composición de ambos elementos estudiados y luego se sometió el suelo natural y con combinaciones del 2, 4, 6, 8, 10% a diferentes pruebas, tanto físicas como mecánicas. En sus

resultados se obtuvo que el 80% de la adición presentó un valor de 1770 kg/m<sup>3</sup> en el ensayo de densidad seca máxima, cumpliendo con el parámetro que dicta la normativa AASHTO. Finalmente se concluyó que la incorporación de residuos de calcio y CCA aumentan las cualidades y características del suelo como la resistencia, pero generalmente los datos obtenidos al realizar la prueba en laboratorio de CBR nos muestra que no alcanzan a los parámetros de la normativa AASHTO. El aporte de esta investigación, es muy importante, ya que, indica que tipo de cenizas se pueden emplear en una estabilización de suelo, por lo tanto, se puede ir determinando que no todas las cenizas van a elevar el valor de las diferentes propiedades de un suelo.

Por otro lado Kumar y Sivapullaiah (2018) en el artículo titulado: “Potencial de las cenizas volantes para suprimir el comportamiento susceptible del suelo yesoso tratado con cal” determinaron la cantidad de ceniza volante necesaria para contrarrestar la susceptibilidad presente en los suelos yesosos de la India, para realizarlo, se escogió un suelo expansivo en el que se observa gran porcentaje de montmorillonita el cual es un mineral que tiene alto predominio en este tipo de suelos; se evaluó añadiendo un porcentaje de cal entre 0% a 6% y cenizas volantes con porcentaje de 0% a 30%. Se obtuvo que empleando el 20% de cenizas volantes, mejora el comportamiento expansivo del suelo en un gran porcentaje. Lo que se debe tener en cuenta en esta investigación, son las condiciones ambientales que pueden intervenir en el comportamiento de estos suelos tanto en los ensayos como en el medio que se encuentran en la naturaleza. El aporte de esta investigación, es el indicador y las características del tipo de suelo que puede ser evaluado, para así, proponer nuevos estabilizadores.

Así mismo para Yadav y Gaurav (2017) en su investigación titulada: “Estabilización de suelo aluvial para subrasante utilizando CCA, ceniza obtenida de la calcinación del bagazo de caña de azúcar y ceniza de estiércol de vaca para caminos rurales” buscaron la estabilización de suelos empleados en la subrasante que mejor se desempeñe, empleando material que se

encontraba disponible en su localidad. Estos eran la ceniza de bagazo de caña de azúcar (SBCA), CCA y la ceniza del estiércol de vaca (CEV). Se mezcló el 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, esta mezcla se realizó reponiendo pesos. Al realizar las diferentes pruebas de CBR se pudo determinar que el contenido óptimo que muestra un mejor resultado es el de 7.5%. De esta manera se concluyó que SBCA, CCA y CEV provocan una mejora en los resultados al realizar la prueba en laboratorio de CBR y que al realizar esa combinación se controló la variación volumétrica que presentaban estos suelos que son arcillosos. Nos brindan un gran aporte, ya que muy aparte de proponer ceniza de cáscara de azúcar o cascara de arroz como material estabilizante, nos hace mención del estiércol; que es, un material comúnmente usado en la agricultura como abono, o muchas veces arrojado como desperdicio.

En el ámbito nacional tenemos a Gonzales (2021), quien evaluó emplear la cascarilla de café en estabilización en su investigación con nombre “Estabilización de suelos con cascarilla de café en caminos vecinales tramo Dormenduyoc – Belenpata, distrito de Echarati, La Convención – Cusco”, donde se tuvo como objetivo determinar qué tanto incide la cascarilla de café (CC) en una estabilización de suelo, el diseño de esta investigación viene a ser cuasi experimental, para lo cual se añadieron diferentes porcentajes con valores de 10%, 20% y 30% de cáscara de café a muestras de suelos extraídas del suelo donde podía visualizar fallas en su superficie. Se obtuvo que cuando se añade el 20% de CC, ya que el CBR al 95% se elevó de 19.9% a 26.3% y disminuyó el índice de plasticidad de 7.28% a 6.69%. En conclusión, al añadir cáscara de café va a mejorar de manera significativa las propiedades del suelo, tanto físicas como mecánicas. Con esta investigación seguimos viendo el aporte de diferentes cenizas, nos ayuda a seguir proponiendo nuevas posibilidades en la estabilización de suelos, con materiales que son prácticamente eliminados.

Por otro lado, Linares y Aguilar (2020) quienes analizaron la estabilidad de suelos arcillosos en su estudio de nombre “Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido” propusieron

determinar que tanto las bolsas fundidas de polietileno influían en la estabilización del suelo en Chachapoyas. Primero fundieron las bolsas de polietileno, y el líquido extraído se prosiguió a mezclar con el suelo en proporciones 1:1, este producto se mezcló con el suelo arcilloso en porcentajes de 4%, 8% y 12%. Se obtuvo de resultado que el índice de plasticidad reducía al agregar el 4%, y las propiedades mecánicas mejoraba con el porcentaje del 12%. De esta manera se concluyó que al agregar este material mejora de manera significativa las propiedades del suelo tanto física como mecánica. El aporte de esta investigación, es incluir en una estabilización, el uso de materiales que pueden ser contaminantes en diferentes zonas, pero que, en esta vez, pueden ser empleados en una estabilización.

Así mismo, Ramal (2019) en su proyecto llamado “Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura”, busca imponer una forma de fijación de suelos mediante el trabajo en la agricultura, de tal manera que la CCA se observa que puede servir como componente estabilizante, lo que consentirá crecer la pluralidad de materia para la fijación del suelo. El punto para la realización de este análisis se basó en el mejoramiento del suelo y mostrar la forma de como eliminar la CCA sin generar otros tipos de desecho, esta investigación generó la presencia de un material para la estabilización, además permitió reutilizar los restos de cáscara de arroz, y de tal manera que se utilicen para futuras investigaciones que buscan encontrar nuevos materiales que se utilizan para la estabilización de suelos. Se empleó una metodología descriptiva, y no experimental como forma en el cual se empleó una ficha de apreciación y los análisis de datos que establecieron la reunión de información para la obtención de resultados, esta encuesta fue dirigida por las industrias arroceras en Piura, la ficha de apreciación se desempeñó en la calificación del suelo y el análisis de datos nos ayudó a comparar resultados de estudios hechos en este proyecto. Por último, se concluyó que este material investigado es beneficioso para la estabilización de suelos, debido a las mejores propiedades que presentó el suelo, también a la buena accesibilidad del componente.

Por otro lado en Lima, Castro (2017), en su investigación “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante”, se buscó estabilizar y mejorar las características del suelo, para esto, se realizaron diferentes mezclas empleando el suelo y CCA con un porcentaje de 10%, 20%, 30% y 40%; como resultados se obtuvo que con un porcentaje del 20% se logra aumentar de 5% a 38.5% el valor de soporte de california y la resistencia a la compresión no confinada se puede visualizar un incremento de 6.91 kg/cm<sup>2</sup> a 9.96 kg/cm<sup>2</sup> empleando el 10% de CCA; prometiéndome muy buenos resultados en una estabilización para obras de pavimentación. Es un dato muy importante ya que, obteniendo estos resultados, nos brinda la confianza de poder emplear la CCA en campo pudiendo así disminuir la contaminación por partículas.

Para entender más acerca de la variable que estamos desarrollando vamos a explicar algunas de sus dimensiones y conceptos básicos de esta investigación. La cascarilla de arroz es un material que se desecha, que es proveniente de la agricultura que lleva en promedio un 20% de la productividad de arroz en el mundo, tanto así que alcanzó unos 700 millones de toneladas en el año 2011, esta materia prima es la mayor cantidad de desecho que la agricultura de granos produce y su manipulación comprende uno de los problemas más grandes de los empresarios de arroz (Mattey, Robayo, Díaz, Delvasto, Monzó, 2015).

De la cascarilla de arroz, se consigue la CCA, el cual se lleva por todo un proceso de obtención; el primer paso viene a ser la recepción; pues se realiza el transporte desde los campos de cultivo del arroz. Como segundo paso es la inspección y control, donde se realiza el control de humedad y se procede a analizar el porcentaje de las impurezas presentes; como siguiente paso tenemos el secado, este paso es muy importante, por lo que, conlleva un tiempo determinado, ya que, si el tiempo es muy rápido para el secado, este calor puede dañar al grano de arroz, por otro lado, si el secado es muy lento, puede

generar o inducir a la presencia de organismos no deseables. Este proceso se realiza en el campo, pero es más recomendable realizar un secado artificial, en el que el material es llevado a un horno que luego va a inyectarse aire caliente (Peña y Zambrano, 2001).

Luego se realiza el descascarado y la separación del grano, dejando la cáscara de arroz, esta cáscara se coloca en pilas y es quemada a campo abierto como también llevada y calcinada en hornos, resultando así la ceniza. La ceniza es prácticamente el 20% de la cantidad inicial de la cáscara que fue quemada, al momento de quemarlas en horno se logra alcanzar porcentajes mayores a 90% de sílice amorfas, las cuales son más reactivas; que, en comparación que cuando se quema en campo abierto el componente que se encuentra en mayor porcentaje es sílice cristalizada, lo cual para alcanzar o mejorar las características puzolánicas se deben llevar a una molienda para generar tamaños menores (Peña y Zambrano, 2001).

El material principal en la construcción de un camino vecinal es el suelo, estos se clasifican bajo sistemas enfocados a la construcción vial, el primer sistema es el que nos brinda la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO) y el segundo sistema es el que nos brinda el Sistema Unificado de Clasificación del suelo (SUCS) (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2014)

Los suelos presentan propiedades fundamentales, que se deben de tener muy en cuenta; uno es la granulometría, ya que el suelo presenta una infinidad de tamaños en sus partículas; para determinar estas dimensiones, se hace uso de un juego de tamices ordenados de mayor a menor dimensión en sus aberturas para la selección de los tamaños de las partículas en base al peso total que presenta la muestra, todos los pasos a realizar se basan en la norma ASTM D-422. Otra propiedad importante es la plasticidad, esto va a depender de los elementos finos que forman parte del suelo; para hallar este dato se determina mediante un ensayo los Límites de Atterberg que viene normado por la ASTM

D 4318; los Límites de Atterberg nos indican la cohesión del suelo y la estabilidad que puede presentar un suelo cuando se le agrega un porcentaje de agua sin disgregarse (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2014).

La resistencia del suelo o valor soporte es la característica que nos brinda el valor CBR, el cual está indicado a una profundidad de penetración de 2.54 mm y al 95% de la Máxima Densidad Seca (MDS). Cuando la capacidad portante del suelo que indica el diseño de la carpeta de afirmado no alcanza el margen mínimo, se realiza una estabilización al suelo. El objetivo principal de la estabilización es aumentar de manera considerable el valor de la resistencia, durabilidad, entre otras propiedades. Existen diferentes procedimientos para estabilizar un suelo, estos pueden ser de forma granulométrica y mecánica. Por otro lado, también se puede realizar una estabilización con aditivos como son el cemento y la cal, los cuales van a provocar que las propiedades del suelo mejoren de forma significativa. Otros elementos que se pueden emplear es el cloruro de sodio conocido como sal, asfalto líquido, productos químicos y también podrán emplear escorias (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2014).

Los métodos de estabilización más empleados son: por capa superficial del afirmado, estabilización granulométrica, estabilización con cal y cemento, imprimación reforzada bituminosa. Una vez determinado el estabilizador, se debe seguir un esquema para realizar la estabilización de los caminos vecinales en el campo mismo. El primer paso es tener el suelo escarificado, esto se realiza en el mismo punto donde se colocará; se añade de manera uniforme el aditivo seleccionado como estabilizador y la cantidad de agua necesaria, con ayuda de una motoniveladora se realiza la mezcla. Y se emplea rodillos para la compactación de estos mismos, en caso que los suelos presenten cohesiones significativas se emplearán rodillos de pata de cabra, si estos suelos son granulares es recomendable usar rodillos vibratorios tanto lisos como neumáticos. Lo que se busca con este proceso es que las densidades específicas no sean menores del 95% o 100% del Proctor modificado (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2005).

El suelo estabilizado se aplicará como material en la carpeta de afirmado en un camino no pavimentado, estos caminos presentan un revestimiento granular en la carpeta superficial, y se debe considerar sólo cuando el rango número de repeticiones no exceda los 300,000 ejes equivalentes (EE) (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2005).

Por otro lado, es necesario realizar el estudio al tráfico, que viene a ser la información básica empleada en la fórmula que se utilizará para el diseño que incluye la carga del eje, la especificación del eje y el número de aplicaciones. Puede expresarse como 18 kips equivalentes a una carga por eje simple o una carga por eje simple equivalente (ESAL). La carga monoaxial equivalente de 18 kips es la carga equivalente general utilizada en el diseño del pavimento. También se introduce el factor de equivalencia, que se deriva del daño causado por la acción relativa de alguna carga axial. Cabe señalar que es de un punto fundamental, obtener el número de repeticiones de cada tipo de eje del rodamiento durante todo el período de diseño (Menéndez, 2012).

El tráfico promedio es la variable que se utilizará en el diseño, de esta forma se multiplicará el tráfico por el factor de crecimiento. Un punto que se debe conocer es el Índice medio diario (IMD), en el que se agruparán los distintos elementos presentados y que cambiarán el volumen de los medios; cambios estacionales que ocurren a lo largo del año debido a diversas actividades económicas; cambios de dirección, que son cambios que pueden ocurrir en diferentes direcciones de la carretera; Y finalmente las diferencias temporales, por ejemplo, en el caso de distancias laborales, solo por un período determinado. Otro punto de aclaración es el factor de distribución direccional; para determinar este factor se considerará la cantidad de tráfico que habrá en cada sentido, y se suele tomar como el 50%, ya que se considera que el tráfico será el mismo en ambos sentidos. Cabe señalar que este valor no siempre será estimado, ya que habrá casos en los que habrá acceso restringido a instalaciones industriales, caminos o puertos (Menéndez, 2012).

Para poder determinar la dimensión del espesor de la capa de afirmado, se adapta la guía AASHTO 93, que es empleada para el diseño de la estructura de las diferentes capas que presenta un pavimento, esta guía nos brinda diferentes variables que son empleadas en la fórmula general de pavimentos. Donde un punto importante a evaluar es el número estructural, el cual interviene directamente en la fórmula. El número estructural se determina teniendo los datos de las capas que pertenecen a la estructura del pavimento, estos datos son: el coeficiente de capa, espesor de capa y el coeficiente de drenaje de cada capa que va a intervenir en el diseño (Montejo, 2002).

El módulo de resiliencia ( $M_r$ ), es un valor determinante en la fórmula empleada en el diseño, debido a que este valor es difícil de obtener en ensayos, se han definido correlaciones, las cuales vinculan a otros ensayos. Uno de estos ensayos es el de Californian Bearing Ratio (CBR), que se emplea en una fórmula que correlaciona este valor con el módulo de resiliencia. Otra variable empleada en el diseño, es la confiabilidad ( $\%R$ ), la cual va a evaluar el proceso de comportamiento adecuado y el diseño de las capas que intervienen en el pavimento, al ser evaluadas estas condiciones se deberá brindar un grado determinado de confiabilidad. Un punto muy importante a tener en cuenta en esta variable es el tráfico, ya que a medida que aumente, va a poner en riesgo la confiabilidad del diseño, llegando a no cumplir con el diseño determinado (Montejo, 2002).

La desviación estándar ( $Z_r$ ) va a representar la variabilidad sobre las predicciones de los factores, como es el clima, tránsito, entre otros. Estos factores van a intervenir en el desempeño esperado del diseño de la capa o de las diferentes capas. Otro punto es la serviciabilidad, que se ve representada en la percepción del usuario, tanto en la calidad del diseño y de su proceso constructivo. Esto se ve reflejado en la superficie de la capa, que va a brindar comodidad, confort y seguridad en la vía (Montejo, 2002).

### III. METODOLOGÍA:

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

- **Tipo de Investigación:**

La investigación es de tipo básica dado que, es aquella que dirige a un conjunto de soluciones factibles.

- **Diseño de Investigación:**

La investigación se consideró como un diseño cuasi experimental de tipo transversal, cuyo esquema se muestra a continuación:



*Figura 1. Diseño de investigación.*

Donde:

- G1: Grupo control o patrón.
- G2: Grupo experimentales con 10% de CCA.
- G3: Grupo experimentales con 20% de CCA.
- G4: Grupo experimentales con 30% de CCA.
- $O_i(i=1,4)$ : Resultado de los ensayos a realizar con la aplicación de CCA.
- $X_i(i=1,3)$ : Impacto de las propiedades del suelo con adición de 10%, 20% y 30% de CCA.

#### 3.2. Variables y Operacionalización:

- **Variables:**

**Variable Independiente:**

Cenizas de cáscara de arroz.

**Variable Dependiente:**

Estabilización del suelo.

- **Operacionalización:**

Matriz de Operacionalización (Anexo 1).

**3.3. Población, muestra y muestreo**

- **Población:**

La investigación dispuso como población: el suelo comprendido en la capa de afirmado del centro poblado de Conache, distrito de Laredo, La Libertad, 2022.

- **Criterios de inclusión:** Áreas en la que existe un determinado tipo de desgaste en la capa de afirmado.
- **Criterios de exclusión:** Áreas en la que no existe ningún desperfecto en la capa de afirmado.

- **Muestra:**

Se optó por 3 réplicas para cada porcentaje de reemplazo de CCA (0%, 10%, 20%, 30%), las cuales se mezclaron con una muestra de suelo extraída de cada calicata (C1, C2, C3, C4 y C5).

**Tabla 1.** *Matriz de muestra para ensayo de capacidad de soporte (CBR)*

		C: calicatas				
		c1	C2	c3	c4	c5
A: Porcentaje de ceniza de cáscara de arroz (CCA)	a1	a1c1	a1c2	a1c3	a1c4	a1c5
	a2	a2c1	a2c2	a2c3	a2c4	a2c5
	a3	a3c1	a3c2	a3c4	a3c4	a3c5
	a4	a4c1	a4c2	a4c3	a4c4	a4c5

Fuente: Elaboración propia

Donde:

A: Porcentaje de CCA: a1(0%), a2(10%), a3(20%) y a4(30%) respecto a la cantidad de suelo en cada muestra.

C: Muestra de suelo de calicatas: c1, c2, c3, c4 y c5

**Tabla 2.** Matriz de muestra para ensayo de Proctor modificado

		C: calicatas				
		c1	c2	c3	c4	c5
A: Porcentaje de ceniza de cáscara de arroz (CCA)	a1	a1c1	a1c2	a1c3	a1c4	a1c5
	a2	a2c1	a2c2	a2c3	a2c4	a2c5
	a3	a3c1	a3c2	a3c3	a3c4	a3c5
	a4	a4c1	a4c2	a4c3	a4c4	a4c5

Fuente: Elaboración propia

$$N^{\circ} \text{pruebas por ensayo} = (N^{\circ} \text{ Factor A}) \times (N^{\circ} \text{ Factor C})$$

$$\text{Tamaño de muestra} = \sum (N^{\circ} \text{ pruebas por ensayo})$$

**Tabla 3.** Cantidad de pruebas por ensayo y el número total de la muestra

Ensayos	Factor A	Factor C	N° réplicas	Subtotal
CBR	4	5	3	60
Proctor modificado	4	5	3	60
Tamaño de muestra				120

Fuente: Elaboración propia

La investigación dispuso como muestra: 120 muestras en total; Producto de la combinación de diferentes porcentajes de CCA y el suelo extraído de 5 calicatas distribuidas en los diferentes puntos del camino vecinal del centro poblado Conache, distrito de Laredo, Provincia Trujillo, Departamento La Libertad.

- **Muestreo:**

Se optó por realizar un muestreo de tipo no probabilístico, por juicio; ya que, no fue obtenido de un sistema aleatorio. El sector estudiado fue escogido en base al conocimiento de los investigadores. Dado que la normativa de la guía AASHTO te indica la cantidad mínima de calicatas por kilómetro y el número mínimo de muestras por ensayo a realizar que indica las normas técnicas peruanas.

**3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

- **Técnicas:**

En este estudio se utilizó la técnica de la observación de laboratorio, de tal manera que se llevó una participación en los ensayos que se realizaron en laboratorio para garantizar su validez y la confianza en los resultados obtenidos.

- **Instrumentos:**

Los instrumentos planteados que se utilizaron fueron, en primera instancia, la guía de observación 1 (Anexo 3), para realizar los estudios topográficos. Para los estudios geotécnicos del suelo que pertenece a los caminos del centro poblado, primeramente se tuvo en cuenta la guía de observación 2 (Anexo 4) para detallar los perfiles estratigráficos de cada calicata; se utilizó la guía de observación 3 (Anexo 5), el cual sirvió para poder conocer el contenido de humedad del suelo; luego se realizó el análisis granulométrico mediante la guía de observación 4 (Anexo 6); por consiguiente, para poder identificar los límites de Atterberg y su

clasificación se empleó la ficha resumen 1 y 2 (Anexo 7, Anexo 8), finalizando con el estudio geotécnico se empleó la guía de observación 5 y 6 (Anexo 9, anexo 10), con las cuales se determinó los pesos específicos y capacidad de soporte. Para el estudio geotécnico del suelo de los caminos del centro poblado adicionando el 10%, 20% y 30% de ceniza de cáscara de arroz, los instrumentos que se utilizaron fueron, la guía de observación 7 para establecer la capacidad de soporte del suelo con el diferente porcentaje de ceniza, lo encontraremos en el anexo 11; la compactación lo medimos con el proctor modificado que determinó la relación densidad seca, humedad de compactación de los materiales, para esto nos sirvió la guía de observación 8 (Anexo 12), donde se pudo ir detallando todos los puntos a estudio. Para realizar el estudio de tráfico se empleó la guía de observación 9 (Anexo 13), la cual sirvió para realizar el conteo vehicular que se presentó en el camino vecinal y la ficha resumen 3 (Anexo 14) sirvió para conocer los ejes y pesos de cada tipo de vehículo. Por último, se realizó el diseño estructural de la capa de afirmado, se empleó la ficha de resumen 4 (Anexo 15) y la guía de observación 10 (Anexo 16), la primera nos sirvió como guía de espesores con respecto al CBR y la segunda se empleó para calcular el espesor de acuerdo a los datos antes obtenidos.

### **3.5. Procedimientos:**

Previamente se procedió a realizar una visita de campo con la intención de hacer un reconocimiento de todo el sector de estudio, luego se desarrolló el levantamiento topográfico de todo el recorrido de los caminos vecinales pertenecientes al sector estudiado; para esto, se debió escoger el equipo que más se adecuó para este tipo de trabajos, se escogió hacer el levantamiento con dron marca phantom. Ya en el campo, ubicamos el lugar a recorrer con ayuda del software Google Earth, y programamos el vuelo con el dron. Se evaluaron las condiciones climáticas ya que podían ser perjudiciales al momento del vuelo del dron y también para la captura de

información. Colocamos también puntos de referencia topográfica ya georreferenciados para que sea fácil la ubicación de los puntos de control. Finalizado el vuelo fotogramétrico se procedió a descargar la información, las cuales venían a ser las fotografías.

Por consiguiente, se pasa al procesamiento convirtiendo estas fotografías a píxeles, en el cual se le asignó una coordenada y se georreferenció a los puntos de control antes captados. A continuación, haciendo esta georreferenciación se une todas las fotos tomadas en una sola foto, y recibió el nombre de ortofoto u ortomosaico. Luego se empleó el software civil 3D y AutoCAD 2D, y se procedió al procesamiento de los datos, aquí fue necesario tener en cuenta todos los detalles de la construcción que se llevaron a cabo en la zona, con este procedimiento se consiguió la superficie, curvas de nivel, y el modelo digital de toda la zona.

A continuación, para el estudio geotécnico, se llevaron a cabo las excavaciones de 5 calicatas, de tal manera que se obtuvo 50 kilos de suelo de cada calicata. Las calicatas fueron de un metro por un metro y con una profundidad de 1.5 m de altura, estas calicatas se ubicaron en puntos específicos a lo largo del camino y en el propio sector; las muestras extraídas fueron transportadas al laboratorio donde se realizaron los respectivos ensayos.

Para determinar las propiedades que pertenecen al material de la capa de afirmado del camino vecinal y así poder calcular el diseño estructural, se realizó el análisis granulométrico. Para esta prueba, se tuvo en cuenta las normas ASTM D - 422 y MTC E107; para realizar este ensayo se tuvo una balanza que contaba con una calibración al 0.1% para mayor precisión, Tamices de 3", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", N°4, N°8, además un plato, horno para el secado del material con temperatura de 110° y depósitos de plástico para cada tamaño de grano. Como paso previo, se lavó la muestra, empleando agua y el tamiz número 200, separando de esta manera el

material fino del grueso, luego se colocó el material separado en el horno por 24 horas, realizando el secado. A continuación, se procedió con el desarrollo del ensayo de granulometría. De este modo se pesaron las muestras obtenidas de las 5 calicatas y los tamices por separado, luego se realizó el tamizaje manual por el tiempo indicado en la normativa, a continuación, se procedió a pesar el contenido que se encontró en cada tamiz, de esta manera conociendo el peso inicial de toda la muestra se logró conocer los porcentajes que van quedando retenidos en los diferentes tamices empleados en este ensayo. Luego con los pesos obtenidos se calcula el porcentaje pasante de cada tamiz; teniendo estos datos junto con el tamaño de cada abertura, se realizó el diseño de la curva granulométrica, que se presentó en una escala logarítmica. Por consiguiente, se calculó el módulo de finura de los agregados finos y gruesos mediante las siguientes fórmulas.

$$MF_{AF} = \frac{\% \text{ ret. Acumulado } (N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100}$$

$$MF_{AG} = \frac{\% \text{ ret. Acumulado } (3, 1 \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100}$$

Otro punto que se determinó fueron los límites de Atterberg, para lo cual, se tomaron como referencia las normas de límite líquido ASTM D - 4318 y MTC E110 y las normas del límite plástico ASTM D - 4318 y MTC E111. Primero se halló el límite líquido, empleando el equipo de nombre copa de Casagrande, primero se colocó una muestra húmeda sobre la cuchara de copa Casagrande, se realizó una hendidura longitudinal con la espátula normalizada, luego con la manija del equipo se dejó caer la cuchara repetidas veces desde una altura de un centímetro, se procedió a anotar el número de golpes que fue necesario para que la ranura se cierre en una longitud de 12 milímetros. Se empleó varias muestras con diferentes contenidos de húmedas, lo que se buscó es que en 25 golpes dados quedará cerrada la hendidura a una longitud de 12 milímetros. Por consiguiente, para el límite plástico se procedió a preparar varias muestras

de suelo, con las cuales se realizaron cilindros de 3 milímetros de diámetros, dejándolo secar hasta que se resquebrajen en toda su longitud, de esta manera se obtuvo la humedad. A continuación, para el índice de plasticidad se halló mediante la siguiente fórmula.

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP: Índice de plasticidad

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

El resultado se ubicó en la siguiente figura, de esta manera se pudo seleccionar el tipo de suelo.

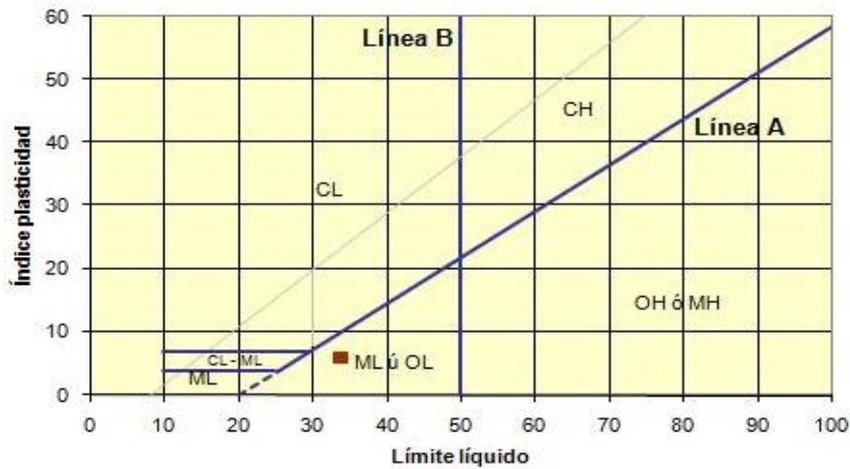


Figura 2. Ábaco de Casagrande

Como siguiente punto; se calculó el peso específico, para lo cual se debió secar la muestra en el horno para su secado, para esto se selecciona un picnómetro y se vierte el material con la ayuda de un embudo al picnómetro, se procedió a pesar y anotar el peso del picnómetro más el suelo; luego de haber obtenido ambos pesos, se añadió agua destilada hasta que alcanzó  $\frac{3}{4}$  partes de la capacidad; dejamos reposar 16 horas para que todos los agregados finos que se encuentren en suspensión vayan al fondo del picnómetro. A continuación, se sacó todo el aire atrapado empleando una bomba de vacío, por un tiempo de 15 minutos, luego se repitió el

procedimiento una vez más; una vez que se terminó la extracción de todos los vacíos, se agregó agua destilado y se enrasó con un vidrio con dimensiones conocidas, como siguiente paso, se pesó el picnómetro, agua más suelo y el vidrio y se registran los datos obtenidos. Y se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$G_s = \frac{W_s}{W_s + W_{pt} - W_{pws}} \times G_w$$

$$W_s = W_{ps} - W_p$$

Ws: Peso en gramos de los sólidos

Wps: Peso del picnómetro + peso de sólidos

Wp: Peso de picnómetro vacío

Wpws: Peso del picnómetro mas agua mas suelo a temperatura Tx

Gw: Gravedad específica del agua a la temperatura Tx

Por último, se calculó el valor de soporte California, el cual sirvió para determinar la resistencia de cada muestra del suelo, compactado a diferentes porcentajes de humedad al aplicarse una penetración del pistón, el cual tuvo un área de 3 plg<sup>2</sup>. Se compactó la muestra en tres moldes CBR y en cada molde se compactó la muestra en 3 capas, empleando una energía de 15, 30 o 60 golpes, posteriormente se enrasó el molde, se desmontó y se volvió a montar los moldes, pero en sentido invertido, se sumergieron los moldes en agua, se colocó la placa perforada y el vástago junto con los pesos necesarios para calcular la sobrecarga; se colocó el trípode de medida sobre el borde del molde, coincidiendo el vástago del micro comparador, y se tomó las medidas diarias.

Teniendo ya el material de prueba, extraída a 0.40 m de profundidad de la rasante; como siguiente paso, se calcinó la cáscara de arroz para obtener la ceniza, luego se combinó con el suelo natural en un porcentaje de 10%, 20% y 30%, las cuales fueron codificadas.

Cuando las muestras se encontraron en el laboratorio ya mezcladas con sus respectivos porcentajes de CCA, se realizaron los ensayos de CBR Y Proctor modificado con la finalidad de conocer si mejoran de manera significativa las características físico-mecánicas del suelo. De esta manera se estableció la capacidad de soporte del suelo según la norma MTC E132 y ASTM D1883, para realizar este ensayo se añadió agua a todas las muestras que estuvieron en estudio, esto se realizó con el fin de conseguir la óptima humedad, luego se compactaron los especímenes en tres moldes CBR estandarizados con un diámetro de 15.24 cm y una altura de 17.78 cm. Las muestras se compactaron en 3 capas, siendo la energía de cada compactación de cada molde de 15, 30 o 60 golpes por capa, para esto se empleó una masa de 2.5 kg que se dejó caer de forma libre desde una altura de 30 centímetros.

Posteriormente se enrasó el molde, se procedió a desmontar el equipo y se volvió a montar en forma invertida. A continuación, se sumergieron los moldes con el material en agua, luego se colocó la placa y el vástago juntos con los pesos necesarios, por consiguiente, se calculó la sobrecarga, calculando el trípode de medida sobre el borde del molde. Se tomaron las medidas de cada una de las muestras, luego del tiempo transcurrido se sacó la muestra y se secó exteriormente; a continuación, se aplicó una carga sobre el pistón de penetración mediante la prensa CBR y se tomó la lectura de la curva presión de penetración; para finalizar el ensayo se presentaron los resultados en una gráfica. Obtenidos los resultados se analizó y seleccionó el mejor porcentaje, colocando los resultados en el formato que indica la tabla 4.

**Tabla 4.** Toma de resultados obtenidos del ensayo de CBR

<b>Calicata</b>	<b>Porcentaje de CCA%</b>	<b>CBR</b>
Calicata 1	0	
	10	
	20	

	30	
Calicata 2	0	
	10	
	20	
	30	
Calicata 3	0	
	10	
	20	
	30	
Calicata 4	0	
	10	
	20	
	30	
Calicata 5	0	
	10	
	20	
	30	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se estableció la densidad seca-húmeda de compactación con la CCA según las normas ASTM D-1557 y MTC E 115. Para realizar este ensayo se necesitó: equipo Proctor modificado (molde cilíndrico, placa de base y anillo de extensión), pisón Proctor modificado, balanza con precisión de 1gr, estufa con control de temperatura, probeta de 1000 ml, recipiente de 6kg de capacidad y espátula. Se procedió a pesar el espécimen sin secar por el tamiz N° 4 (4.75 mm), 3/8 pulgadas (9.5mm); con lo cual se determinó el contenido de agua del suelo procesado.

Se prepararon 4 muestras con diferentes contenidos de agua, estas 4 cantidades se tomaron de cada una de las muestras que fueron modificadas a 0%, 10%, 20%, 30% de CCA; luego cada modelo se compactó; primero se determinó y anotó los datos necesarios para el

cálculo, a continuación se compactó el espécimen en cinco capas, en cada capa se aplicó 25 golpes, al terminar la compactación se removió el collarín y plato del molde, como siguiente paso de manera cuidadosa se enrasó el espécimen compactado con la colaboración de una regla recta, se llevó a la balanza para determinar la masa del espécimen y del molde, para ir finalizando se removió el material del molde. Después de la compactación del último espécimen teniendo en cuenta las variaciones de porcentajes, luego se comparó los pesos unitarios que alcanzaron la curva de compactación, por último, se procedió a determinar con todos los resultados obtenidos el mejor valor en esta propiedad. De este modo los resultados determinados se detallaron en el formato que indica la tabla 5.

**Tabla 5.** Toma de resultados obtenidos del ensayo Proctor modificado

<b>Calicata</b>	<b>Porcentaje de CCA%</b>	<b>Proctor Modificado</b>
Calicata 1	0	
	10	
	20	
	30	
Calicata 2	0	
	10	
	20	
	30	
Calicata 3	0	
	10	
	20	
	30	
Calicata 4	0	
	10	
	20	
	30	

Calicata 5	0	
	10	
	20	
	30	

Fuente: Elaboración propia

Luego para el estudio de tráfico; como primer paso en este estudio, se ubicó una estación que sirvió para el conteo vehicular. Se realizó un estudio en campo para determinar la cantidad de vehículos que transitan por la vía del mencionado sector lo cual estuvo a cargo de 2 personas, durante 7 días, los necesarios para poder tener un aproximado real, de esta manera se realizó el conteo desde un lunes a un domingo; teniendo ya los datos del conteo vehicular por tipo de vehículo, se procedió a realizar el cálculo necesario para determinar el índice medio diario semanal (IMDs). Para tal caso se empleó la siguiente fórmula, con esta fórmula se realizó el cálculo por cada tipo de vehículo y por sentido.

$$IMDs = \frac{V1 + V2 + V3 + V4 + V5 + V6 + V7}{7}$$

Teniendo este resultado, se seleccionó el número de calzada, número de sentidos y número de carriles y así se pudo conocer los valores del factor direccional y del factor carril, con la ayuda de la tabla 6.

**Tabla 6.** Factores direccionales y de carril.

NÚMERO DE CALZADAS	NÚMERO DE SENTIDOS	N° CARRILES POR SENTIDO	F. DIRECCIONAL (FD)	FACTOR DE CARRIL (FC)	(FD)x(FC)
1 calzada	1 sentido	1	1	1	1
	1 sentido	2	1	0.8	0.8
	1 sentido	3	1	0.6	0.6

	1 sentido	4	1	0.5	0.5
	2 sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 sentidos	2	0.5	0.8	0.4
2 calzadas	2 sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 sentidos	2	0.5	0.8	0.4
	2 sentidos	3	0.5	0.6	0.3
	2 sentidos	4	0.5	0.5	0.25

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se calculó el factor de crecimiento:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Con esta información se calculó el número de repeticiones por eje equivalente, con la siguiente fórmula:

$$ESAL = IMDs \times FEE \times FD \times FC \times 365 \times Fca$$

Donde:

IMDs: conteo vehicular (IMDs)

FEE : factor de eje equivalente

FD : factor de dirección

FC : factor de carril

Fca : factor de crecimiento anual

El resultado del número de repeticiones por eje (ESAL), se calculó por cada tipo de vehículo, luego se procedió a sumar, teniendo un total de ejes equivalentes.

Para determinar el espesor de la capa de afirmado se empleó la fórmula que brinda la guía AASHTO para diseño de estructura.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

W18 (ESAL): Ejes equivalentes.

ZR: Desviación estándar normal.

So: Desviación estándar global.

SN: Número estructural.

ΔPSI: Cambio en la serviciabilidad.

MR: Módulo de resiliencia.

Primero se seleccionó el tipo de tráfico para poder determinar los valores de confiabilidad, serviciabilidad, desviación estándar; para esto, nos sirvió el valor de ejes equivalentes acumulados obtenidos en el estudio de tráfico. Como el valor obtenido de ejes equivalentes es 210217.95 EE, se puede seleccionar como un Tp1, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 7.** Tipos de tráfico según número de repeticiones acumulados

<b>Tipos de caminos</b>	<b>Tráfico</b>	<b>Ejes equivalentes acumulados</b>	
Caminos de bajo volumen de tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000

Fuente. Manual de suelos y pavimentos.

Una vez determinado el tipo de tráfico, se determinó la serviciabilidad inicial y serviciabilidad final según el tipo de tráfico obtenido. Para lo cual se realizó la diferencia de serviciabilidad quedando como valor 1.8, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 8.** Diferencia de serviciabilidad

Tipos de Caminos	Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		Diferencia de Serviciabilidad ( $\Delta$ )
Caminos de bajo volumen de tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	1.80
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	1.80
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	1.80
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	1.80

Fuente. Manual de suelos y pavimentos.

De igual manera se determinó la confiabilidad y la desviación estándar, así como se muestra en las siguientes tablas.

**Tabla 9.** Nivel de confiabilidad

Tipos de caminos	Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		Nivel de confiabilidad (R)
Caminos de bajo volumen de tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%

Fuente. Manual de suelos y pavimentos.

**Tabla 10.** Desviación estándar normal

Tipos de caminos	Tráfico	Ejes equivalentes acumulados		Desviación Estandar Normal (Zr)
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	-0.524

Caminos de bajo volumen de tránsito	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	-0.842

Fuente. Manual de suelos y pavimentos.

Realizados los cálculos necesarios, y determinados los valores de cada variable. Se procedió a calcular por un proceso interactivo. De esta manera se pudo determinar el número estructural.

$$SN = a_1 \times d_1 \times m_1 + a_2 \times d_2 \times m_2$$

Donde:

- a1: Coeficiente estructural de la capa de afirmado
- d1: Espesor de la capa de afirmado
- m1: Coeficiente de drenaje para la capa de afirmado
- a2: Coeficiente estructural de la capa de afirmado
- d2: Espesor de la capa de afirmado
- m2: Coeficiente de drenaje para la capa de afirmado

Empleando esta fórmula se pudo determinar el espesor de la capa de afirmado, pero primero se tuvo que determinar el valor del coeficiente estructural de la capa de afirmado, para esto se empleó el ábaco que nos brindó la guía AASHTO, que se encuentra plasmado en la figura 3.

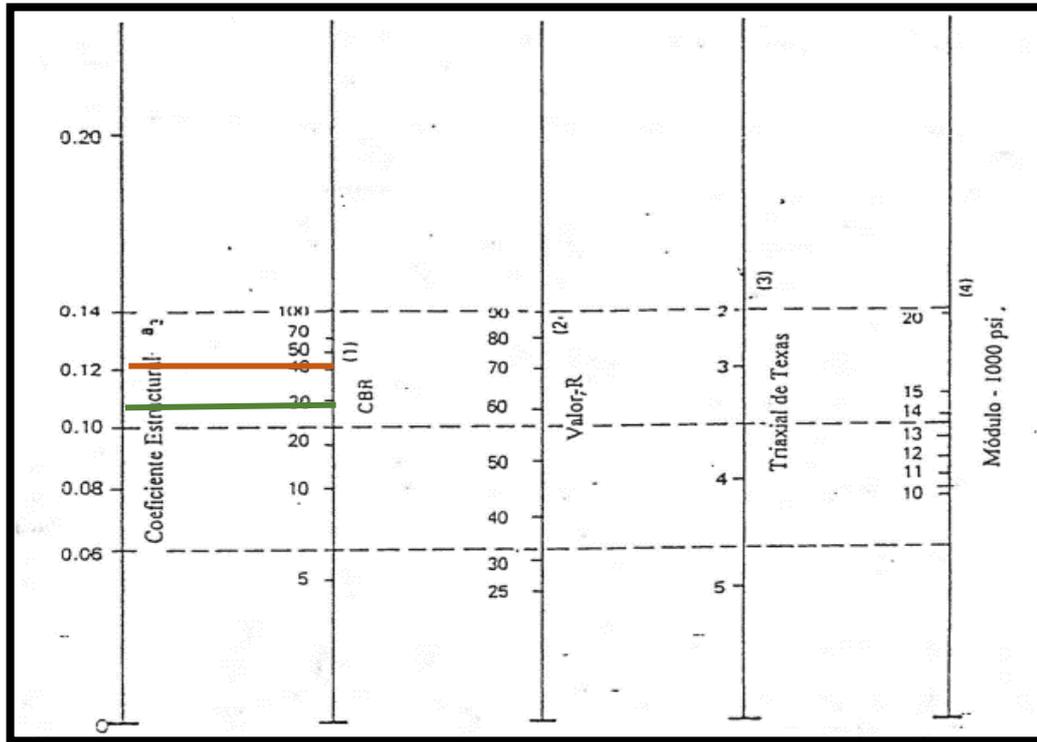


Figura 3. Ábaco de capa subbase

Fuente. Guía AASHTO

### 3.6. Método de análisis de datos:

Los datos que se obtuvieron del levantamiento topográfico, como planimetría, perfil longitudinal, secciones transversales fueron desarrollados con programas como Software Excel, Civil 3d, AutoCAD. Los datos obtenidos de los diferentes ensayos que se le realizaron a las muestras de suelos natural y a las muestras con diferentes porcentajes de CCA, fueron desarrollados en laboratorio de suelos y estos fueron tratados mediante procesos de cálculos manuales y empleando también el programa software Excel para desarrollo de cálculos más precisos y gráficos de desempeño de la muestra frente fuerzas externas. Para el estudio de tráfico se realizaron conteos en diferentes días y estos datos fueron procesados mediante cálculos manuales y también se aplicó el software Excel para calcular los índices a futuro y las cargas vehiculares.

La determinación de los espesores de las carpetas de afirmado se procesó en hojas de cálculos en el software Excel.

### **3.7. Aspectos éticos:**

En el presente proyecto se vio avalado en cuanto a la calidad ética de la investigación empleando los principios éticos que nos plantea la Universidad César Vallejo (UCV): se tuvo en consideración la autenticidad y eficacia de los resultados, además la absoluta información sustraída de distintos indagadores o investigadores estuvieron correctamente citadas y a la vez todas las referencias bibliográficas estuvieron de la mano con el sistema de referencia de la norma ISO e incluyendo el código de ética de la UCV. Del mismo modo, se contó con los ensayos de mecánica de suelos establecidos: Ensayo CBR (MTC 249-ASTM D1883), Ensayo Proctor Standard (MTC E 116-ASTM D698), Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D6913), Índice de Plasticidad (ASTM D4318), además se tuvo en cuenta el Manual de ensayo de materiales; para el diseño de los espesores se tomó la información del Manual de suelos y pavimentos. Los manuales mencionados toman como referencia las diferentes normativas de instituciones técnicas reconocidas internacionalmente, estas son: Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO), Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), Instituto del Asfalto ACI y las Normas Técnicas Peruanas (NTP). Por lo tanto, no habrá motivo de que se llegase a admitir información engañosa o inventada, ya que se tomaron en consideración los datos reales por los ensayos que se realizaron en laboratorio.

#### IV. RESULTADOS:

##### 4.1. Estudio topográfico del centro poblado Conache:

**Tabla 11.** *Distancias de las calles del centro poblado Conache.*

<b>Calles</b>	<b>Distancia (m)</b>
Calle 1	769
Calle 2	398.28
Calle 3	368.01
Calle 4	132.9
Calle 5	96.62
Calle 6	1575.71
Calle 7	308.89
Calle 8	71.03
Calle 9	258.08
Calle 10	385.05
Calle 11	644.88
Calle 12	220.09
Calle 13	221.28
Calle 14	330.09
Calle 15	185.19
Calle 16	151.93
Calle 17	156.53
Calle 18	200.05
Calle 19	184.65
Calle 20	658.23
Calle 21	276.28
Calle 22	379.54
Calle 23	314.22
Calle 24	204.47
Calle 25	280.06

Calle 26	361.39
Calle 27	397.42
Calle 28	196.14
Calle 29	383.51
<b>TOTAL</b>	<b>10109.52</b>

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el levantamiento topográfico, empleando un equipo dron y los datos obtenidos se llevaron a gabinete para su respectivo procesamiento. De lo cual se pudo extraer las dimensiones que se visualizan en la tabla 11. Se realizó el levantamiento de 29 calles, las cuales pertenecen al centro poblado de Conache, estas calles están detalladas en el plano que se encuentra en anexos. De esta manera se pudo determinar la longitud de sus ejes de cada una de estas vías, haciendo un total de 10109.52 m o 10.1 km. (Tabla 11)

**Tabla 12.** *Áreas de las calles del centro poblado Conache.*

<b>Calles</b>	<b>Área (m2)</b>
Calle 1	5075.4
Calle 2	2628.648
Calle 3	2428.866
Calle 4	877.14
Calle 5	637.692
Calle 6	10399.69
Calle 7	2038.674
Calle 8	468.798
Calle 9	1703.328
Calle 10	2541.33
Calle 11	4256.208
Calle 12	1452.594

Calle 13	1460.448
Calle 14	2178.594
Calle 15	1222.254
Calle 16	1002.738
Calle 17	1033.098
Calle 18	1320.33
Calle 19	1218.69
Calle 20	4344.318
Calle 21	1823.448
Calle 22	2504.964
Calle 23	2073.852
Calle 24	1349.502
Calle 25	1848.396
Calle 26	2385.174
Calle 27	2622.972
Calle 28	1294.524
Calle 29	2531.166
<b>TOTAL</b>	<b>66722.832</b>

Fuente: Elaboración propia

Como siguiente indicador del levantamiento topográfico, se determinaron las áreas de cada calle. Para lo cual, al no presentar el sector de Conache una propuesta con un diseño geométrico donde se indique las dimensiones de las veredas, ni las dimensiones de las calzadas. Se propone para cada una de las calles, una calzada con dos carriles de 3.30 metros de ancho, en cada una de ellas. Por lo tanto, nos indica el área de cada una de las calles donde se colocará el suelo estabilizado resultante; teniendo un área total 66722.83 m<sup>2</sup>. (Tabla 12)

**Tabla 13.** *Elevaciones y cotas del tramo estudiado en el centro poblado Conache*

V	Norte	Este	Elevación
E1	9101264.85	725328.699	84.225
E2	9101306.13	725389.027	89.666
E3	9101367.4	725492.198	90.213
E4	9101488.5	725637.632	86.824
E5	9101404.83	725460.412	91.166
E6	9101300.23	725303.153	80.772
E7	9101581.55	725797.906	85.973
E8	9101589.76	725896.198	85.040
E9	9101583.66	725998.433	85.619
E10	9101526.81	726055.897	87.877
E11	9101418.79	726071.164	90.534
E12	9101375.36	726036.674	91.495
E13	9101399.45	725954.275	91.659
E14	9101454.34	725996.695	90.063
E15	9101328.57	726068.127	94.282

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver, con respecto a las elevaciones evaluadas en cada eje o vértice, se puede determinar que el centro poblado de Conache se encuentra en un terreno plano, donde no se presentan tantos desniveles entre los puntos. (Tabla 13)

#### 4.2. Estudio geológico del suelo que pertenece a los caminos del centro poblado Conache:

**Tabla 14.** *Profundidad de calicatas y estratos*

Calicata	Profundidad (m)	Muestra	Espesor (m)
	0.00 – 0.40	M1	0.40

Cal. 1	0.40 – 1.50	M2	1.10
Cal. 2	0.00 – 0.40	M1	0.40
	0.40 – 1.50	M2	1.10
Cal. 3	0.00 – 0.40	M1	0.40
	0.40 – 1.50	M2	1.10
Cal. 4	0.00 – 0.40	M1	0.40
	0.40 – 1.50	M2	1.10
Cal. 5	0.00 – 0.40	M1	0.40
	0.40 – 1.50	M2	1.10

Fuente: Elaboración propia.

Se puede visualizar que en cada calicata existen 2 tipos de estratos, para lo cual, el primer estrato con espesor de 0.40 m se extrajo una muestra M1 y para el segundo estrato con profundidad de 1.50 m se extrajo la muestra M2, esto se realizó para cada calicata. (Tabla 14)

**Tabla 15.** *Análisis granulométrico del suelo del tramo estudiado en el centro poblado Conache*

Calicata	Muestra	% Grava	% Arena	% Fino	Clas. AASHTO	Clas. SUCS
Cal. 1	M1	NP	95.3	4.7	A-1-a	SM
	M2	NP	94.1	5.9	A-2-6	SP-SM
Cal. 2	M1	NP	95.4	4.6	A-1-a	SM
	M2	NP	94.2	5.8	A-1-b	SP-SM
Cal. 3	M1	NP	95.2	4.8	A-1-a	SM
	M2	NP	94.8	4.2	A-1-b	SP-SM
Cal. 4	M1	NP	95.7	4.3	A-1-a	SM
	M2	NP	94.2	5.8	A-1-b	SP-SM
Cal. 5	M1	NP	95.8	4.2	A-1-a	SM
	M2	NP	94.3	5.7	A-1-b	SP-SM

Fuente: Elaboración propia.

Se puede visualizar que, en todas las calicatas, las muestras del primer estrato, extraídas a 0.40 m de profundidad tienen una clasificación SUCS como SM, que nos indica que es un suelo con presencia de arena y limo, predominando la arena. En el segundo estrato, con las muestras extraídas a 1.50 m de profundidad como indica el manual, presentan un mayor porcentaje de arena, porcentaje nulo en contenido de grava, y con presencia de poco porcentaje en material fino, los cuales a su vez no presentan material orgánico. Por lo tanto, se puede visualizar que el material según clasificación AASHTO se encuentra como A-1-b lo cual nos indica que el principal constituyente es una arena fina, que no presenta índice de plasticidad y según clasificación SUCS se clasifican como SP, lo cual, nos indica que es un suelo con presencia de arenas mal graduadas y SM, que es una codificación para suelos arenosos limosos. (Tabla 15)

**Tabla 16.** *Contenido de humedad del suelo del tramo estudiado en el centro poblado Conache.*

Calicata	Muestra	Humedad (%)
Cal. 1	M1	3.9
	M2	4.2
Cal. 2	M1	3.1
	M2	3.2
Cal. 3	M1	3.4
	M2	3.6
Cal. 4	M1	2.6
	M2	2.7
Cal. 5	M1	2.9
	M2	2.8

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados, se verifica que, todos los estratos existentes tienen un porcentaje de humedad bastante bajo, esto se debe al tipo de material

que podemos encontrar, el cual es un material en un 95% arenoso por lo general. (Tabla 16)

**Tabla 17.** Límites de Atterberg del suelo del tramo estudiado en el centro poblado Conache.

Calicata	Muestra	LL (%)	LP (%)	IP (%)
Cal. 1	M1	NP	NP	NP
	M2	NP	NP	NP
Cal. 2	M1	NP	NP	NP
	M2	NP	NP	NP
Cal. 3	M1	NP	NP	NP
	M2	NP	NP	NP
Cal. 4	M1	NP	NP	NP
	M2	NP	NP	NP
Cal. 5	M1	NP	NP	NP
	M2	NP	NP	NP

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos según la tabla anterior, dependen mucho del tipo de material que presentan, por lo que es muy difícil que las muestras ensayadas hayan presentado algún porcentaje de límite líquido o plástico ya que el mayor porcentaje es la presencia de arena. (Tabla 17)

**Tabla 18.** Peso específico del suelo del tramo estudiado en el centro poblado Conache.

Calicata	Muestra	W% Optima	Máx. Dens. Seca (G/Cm3)
Cal. 1	M1	5.5	1.655
	M2	5.7	1.665
Cal. 2	M1	5.8	1.660
	M2	5.6	1.665
	M1	5.8	1.656

Cal. 3	M2	5.9	1.650
Cal. 4	M1	6.0	1.659
	M2	6.2	1.660
Cal. 5	M1	7.0	1.650
	M2	6.9	1.645

Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos nos indican el grado de compactación y la mayor densidad que puede alcanzar nuestro suelo estudiado, con el porcentaje de óptima humedad que es necesario realizar esta compactación. (Tabla 18)

**Tabla 19** CBR del suelo del tramo estudiado en el centro poblado Conache.

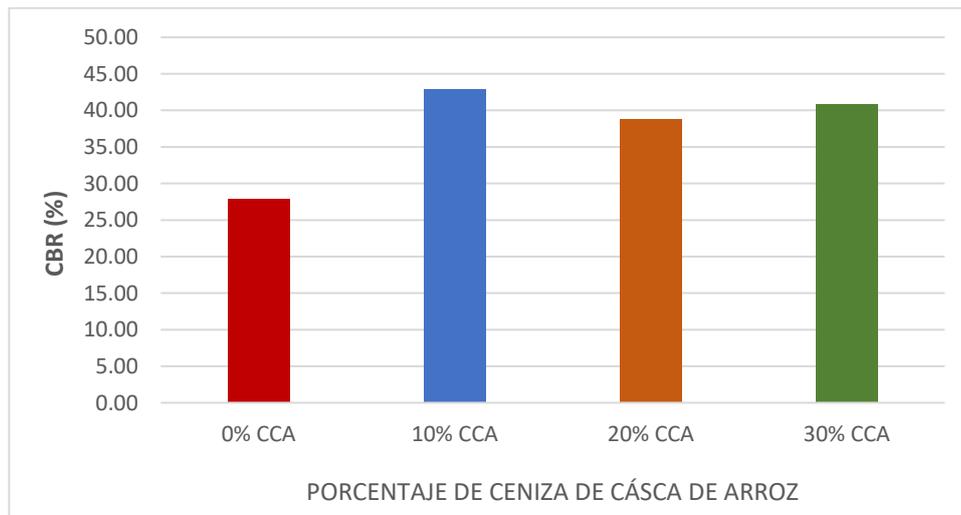
Calicata	Muestra	Penetración (in)	CBR – 100% DE M.D.S	CBR – 95% DE M.D.S
Cal. 1	M1	0.1	29.7	27.3
	M2	0.1	6.50	6.00
Cal. 2	M1	0.1	31.7	27.7
	M2	0.1	6.70	6.10
Cal. 3	M1	0.1	33.2	28.1
	M2	0.1	6.50	6.10
Cal. 4	M1	0.1	34.2	28.3
	M2	0.1	6.60	6.10
Cal. 5	M1	0.1	34.3	28.0
	M2	0.1	6.60	6.10

Fuente: Elaboración propia.

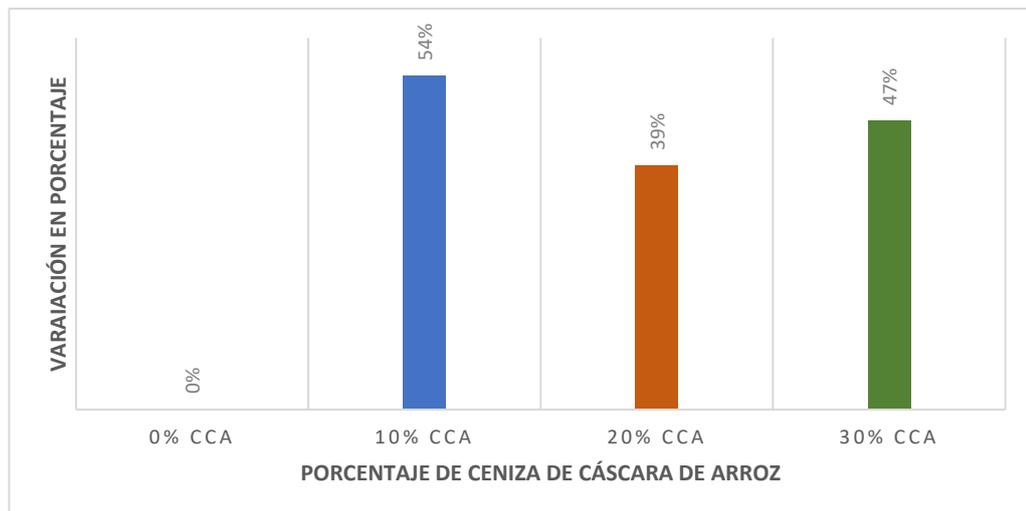
Se puede visualizar que el CBR promedio, al 95% de su máxima densidad seca de las muestras del primer estrato, que se encuentra a 0.40 m de profundidad, tienen un valor de 27.9% y evaluadas al 100% de su máxima

densidad seca tienen un valor promedio de CBR promedio de 32.6%. Las muestras del segundo estrato, extraído a 1.50 m de profundidad, evaluado al 95% de su máxima densidad seca del suelo, indica que es un suelo regular. (Tabla 19)

**4.3. Estudio geotécnico del suelo de los caminos del centro poblado adicionando el 10%, 20% y 30% de ceniza de cáscara de arroz:  
Ensayo de CBR**



*Figura 4. Ensayo de CBR al 95% de máxima densidad seca.*



*Figura 5. Porcentaje de las variaciones alcanzadas.*

Según los resultados presentes en la figura 4 y figura 5, se puede visualizar que el valor de CBR de las muestras con 0% de CCA, se encuentran entre

un 25% a un 30%, y cuando se mezcla la muestra de suelo natural con 10% de CCA, esto provoca un considerable aumento en el valor de CBR, pasando el 40% y superando a los valores que presentan las proporciones de CCA de 20% y 30%.

### **Análisis estadístico inferencial de los resultados obtenidos del CBR**

**Tabla 20.** *Análisis de la media de los resultados de CBR*

<b>CCA</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Desviación</b>
0	27,8733	15	1,25554
10	42,8800	15	4,89113
20	38,8400	15	3,84852
30	40,8467	15	6,04328
<b>TOTAL</b>	<b>37,6100</b>	<b>60</b>	<b>7,24173</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21.** *Significancia en prueba de normalidad – Shapiro-Wilk*

<b>CCA</b>	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
<b>CBR 0</b>	0,921	15	0,198
<b>10</b>	0,971	15	0,877
<b>20</b>	0.958	15	0.662
<b>30</b>	0.972	15	0.888

Fuente: Elaboración propia

Condiciones:

- H0: Hipótesis nula - La muestra si sigue distribución normal
- H1: Hipótesis alterna - La muestra no sigue distribución normal
- p-valor  $\leq \alpha$ : Rechazo hipótesis nula
- p-valor  $> \alpha$ : Acepto la hipótesis nula

Según el resultado de normalidad, podemos ver que el p-valor es mayor que  $\alpha=0.05$ ; por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula; nos indica que, la muestra si sigue una distribución normal. Se determina que la muestra es paramétrica y para evaluar la viabilidad de la hipótesis planteada se usará la prueba de Anova, al ser evaluada en varios grupos. (Tabla 21)

**Tabla 22.** Resumen de prueba Anova para pruebas relacionadas

	Suma de	gl	Media		
	cuadrados		Cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2018.467	3	672.822	35.028	0.000
Dentro de grupos	1075.647	56	19.208		
Total	3094.114	59			

Fuente: Elaboración propia.

- H0: Hipótesis nula – No se estabiliza el suelo con CCA
- H1: Hipótesis alterna – Se estabiliza el suelo con CCA

Al realizar la prueba de Anova se verifica que, el valor de la significancia es menor a 0.05, por lo tanto, se determina que debemos rechazar la hipótesis nula, así como nos indica la propia prueba. (Tabla 22)

**Tabla 23.** Comparaciones múltiples – Pruebas post hoc - Tukey

(I) CCA	(J) CCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Superior
0	10	-15,00667*	1,60033	0,000	-19,2442	-10,7692
	20	-10,96667*	1,60033	0,000	-15,2042	-6,7292

	30	-12,97333*	1,60033	0,000	-17,2108	-8,7358
10	0	15,00667*	1,60033	0,000	10,7692	19,2442
	20	4,04000	1,60033	0,067	-0,1975	8,2775
	30	2,03333	1,60033	0,585	-2,2042	6,2708
20	0	10,96667*	1,60033	0,000	6,7292	15,2042
	10	-4,04000	1,60033	0,067	-8,2775	0,1975
	30	-2,00667	1,60033	0,596	-6,2442	2,2308
30	0	12,97333*	1,60033	0,000	8,7358	17,2108
	10	-2,03333	1,60033	0,585	-6,2708	2,2042
	20	2,00667	1,60033	0,596	-2,2308	6,2442

Fuente: Elaboración propia

Las diferencias de medias son significativas en el nivel 0.05.

### Ensayo de Proctor modificado

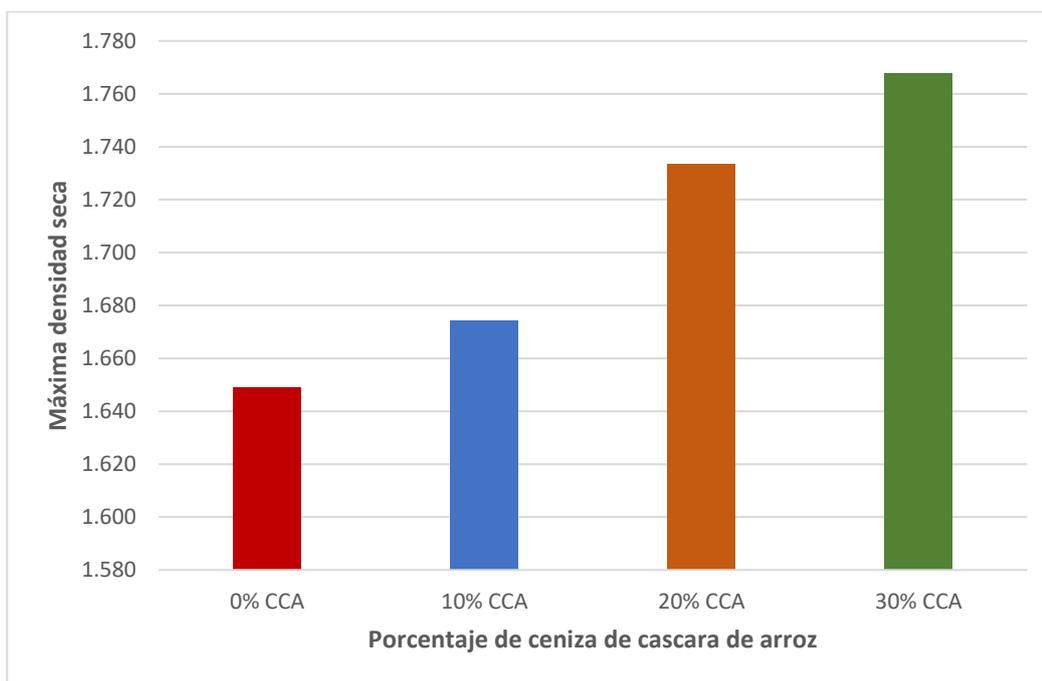
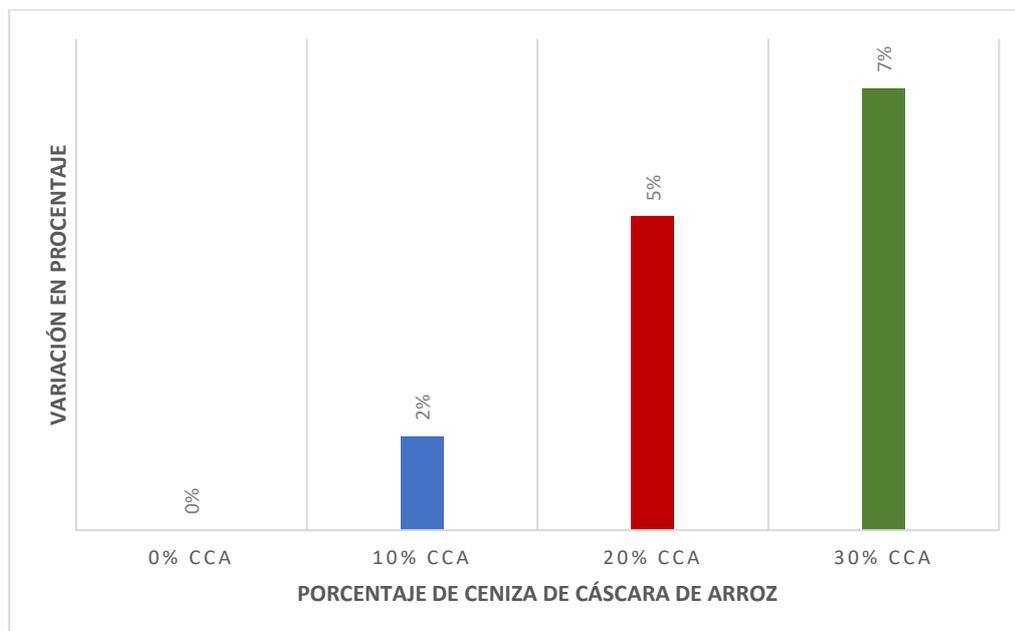


Figura 6. Ensayo de compactación Proctor modificado.



*Figura 7. Porcentaje de las variaciones alcanzadas*

La figura 6 y la figura 7, nos indica que cuando se le añade el 30% de CCA, provoca que se eleve de manera considerable el valor de la densidad, de igual manera, cuando se realiza con un porcentaje de 10% o 20% de CCA también se ve un aumento en estos valores.

### **Análisis estadístico inferencial de los resultados obtenidos del ensayo de Proctor modificado.**

**Tabla 24.** *Análisis de la Media de los resultados del ensayo de Proctor modificado*

CCA	Media	N	Desviación
0	1,64967	15	0,032219
10	1,67433	15	0,017307
20	1,73340	15	0,014807
30	1,76780	15	0,009337

Total	170630	60	0,051124
-------	--------	----	----------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 25.** *Significancia en prueba de normalidad*

	CCA	Estadístico	gl	Sig.
<b>MDS</b>	<b>0</b>	0,729	15	0,001
	<b>10</b>	0,971	15	0,872
	<b>20</b>	0,924	15	0,219
	<b>30</b>	0,912	15	0,146

Fuente: Elaboración propia.

Condiciones:

- H0: Hipótesis nula - La muestra si sigue distribución normal.
- H1: Hipótesis alterna - La muestra no sigue distribución normal.
- p-valor  $\leq \alpha$ : Rechazo hipótesis nula.
- p-valor  $> \alpha$ : Acepto la hipótesis nula.

Según el resultado de normalidad podemos ver que el p-valor es menor que  $\alpha=0.05$ ; por lo tanto, aceptamos la hipótesis alterna, que nos denota que la muestra no sigue una distribución normal. Se establece que la muestra es no paramétrica y para evaluar la vialidad de la hipótesis planteada se usará la prueba de Kruskal Wallis. (Tabla 25)

**Tabla 26.** *Estadísticos de prueba de Kruskal Wallis*

		MDS
<b>H de Kruskal-Wallis</b>		51,177
<b>gl</b>		3

<b>Sig. Asintótica</b>	0,000
------------------------	-------

Fuente: Elaboración propia

- H0: Hipótesis nula – No se estabiliza el suelo con CCA
- H1: Hipótesis alterna – Se estabiliza el suelo con CCA

Al realizar la prueba de Kruskal Wallis se puede ver que el valor de la significancia es menor a 0.05, por lo tanto, se determina que debemos rechazar la hipótesis nula, así como nos indica la propia prueba. (Tabla 26)

**Tabla 27.** Comparaciones múltiples – Pruebas post hoc -

(I) CCA	(J) CCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite Inferior	Límite Superior
0	10	-0,024667	0,009443	0,071	-0,05094	0,00161
	20	-0,083733*	0,009156	0,000	-0,10940	-0,05807
	30	-0,118133*	0,008661	0,000	-0,14286	-0,09341
10	0	0,024667	0,009443	0,071	-0,00161	0,05094
	20	-0,059067*	0,005881	0,000	-0,07515	-0,04299
	30	-0,093467*	0,005077	0,000	-0,10759	-0,07934
20	0	0,083733*	0,009156	0,000	0,05807	0,10940
	10	0,05906*	0,005881	0,000	0,04299	0,07515
	30	-0,034400*	0,004520	0,000	-0,04688	-0,02192
30	0	0,118133*	0,008661	0,000	0,09341	0,14286
	10	0,093467*	0,005077	0,000	0,07934	0,10759
	20	0,034400*	0,004520	0,000	0,02192	0,04688

Fuente: Elaboración propia

Las diferencias de medias son significativas en el nivel 0.05.

#### 4.4. Estudios de tráfico en el centro poblado de Conache:

Tabla 28. Índice medio diario anual

Tipo de vehículo		IMDA
Vehículo Ligero	Auto	108
	S. Wagon	31
	Pick Up	30
	Panel	22
	Combi	4
Vehículo Pesado	2E	18
	3E	8
	4E	3
<b>Total</b>		<b>224</b>

Fuente: Elaboración propia

El IMDA resultante es 224 veh/día el cual viene a ser el valor numérico del tráfico correspondiente a la zona de Conache, en la tabla también se puede encontrar el IMDA por tipo de vehículos, en el cual se puede determinar que la mayor cantidad de vehículos son de tipo ligero. (Tabla 28)

- La tasa anual de crecimiento de vehículos pesados es 2.83%
- El número total de ejes equivalentes (ESAL) es 210,217.95 EE.

El resultado de ejes equivalentes se encuentra entre el rango de 150,000 EE y 300,000 EE, seleccionándolo como tipo de tráfico  $T_{P1}$ . Por lo tanto, podemos ver que nos encontramos en el rango de ejes equivalentes para un tipo de diseño, empleando capa de afirmado.

#### 4.5. Diseño de la capa de afirmado del centro poblado de Conache

El espesor de la capa de afirmado natural es

- Afirmado natural: 10 pulgadas.
- Afirmado estabilizado: 11 pulgadas.



Figura 8. Estructura de la capa de afirmado diseñada.

Según el resultado de diseño se puede observar que se emplearán dos capas de afirmado. La primera capa, será de afirmado natural, con un espesor de 10 pulgadas y la segunda capa será de afirmado estabilizado con un espesor de 11 pulgadas. Estas capas de afirmado irán sobre la subrasante, que tiene un valor de 6.1 % de CBR.

## V. DISCUSIÓN:

Según los resultados obtenidos en el levantamiento topográfico, tanto distancias, áreas, como elevaciones; nos ayuda a determinar en qué tipo de superficie se colocará la capa de afirmado estabilizado con ceniza de cascará de arroz. Haciendo mención a los antecedentes, tenemos a Yadav y Gaurav (2017) o Ramal (2019), entre otras investigaciones; donde se pueden observar que solo se enfocan en obtener los resultados de la estabilización con el estabilizante que están proponiendo, mas no, se enfocan en ver las características geométricas donde se emplearán estos materiales.

En la tabla 14, los ejemplares obtenidos del suelo fueron obtenidos de 5 calicatas, en lo cual se puede visualizar en todas las calicatas que existen 2 estratos diferente; el primer estrato con una profundidad de 0.00 - 0.40 metros, clasificados como material SM que indica que nos encontramos frente a un material compuesto por arena y limo. El segundo estrato, de 0.40 - 1.50 metros de profundidad cada una, según la clasificación SUCS se clasifican como SP-SM; SP, nos indica que es un suelo arenoso mal graduado y SM, suelo arenoso limoso; según AASHTO lo clasifica como A-1-b, lo cual nos indica que es una arena fina; esta clasificación se puede visualizar en la tabla 15. Arvind y Sivapullaiah (2018) realizaron la extracción de sus muestras a la misma profundidad en la India, pero según los resultados de estas, indicaron que su suelo se clasifica como arcilla de compresibilidad alta por lo tanto es necesario realizar otros ensayos a este tipo de suelo.

Con respecto a los resultados de la tabla 16 y la tabla 17, la primera tabla nos indica que nuestras muestras tienen un porcentaje muy bajo de contenido de humedad. Las muestras del primer estrado se encuentran entre un rango de 2.6% y 3.9% de humedad y el segundo estrato se encuentra entre los rangos de 2.7% y 4.2%. En la tabla 17 nos indica que nuestro suelo estudiado no presenta límites de consistencia debido al mínimo porcentaje de finos que presenta el suelo; esto se indica para los dos tipos de estratos señalados. Comparando los límites de Atterberg con los determinados en la investigación de Yadav y Gaurav (2017), se puede ver una gran variación, ya que los resultados que ellos nos muestran fueron 36.06% como LL y un IP de 12.36%,

lo cual nos indica que presenta una alta plasticidad, ya que viene a ser un suelo arcilloso en comparación con nuestra muestra que es un suelo arenoso.

Según la tabla 19 nos muestra que el primer estrato, que se encuentra a una profundidad de -0.40 m, presenta un valor de CBR promedio de 27.9% medido al 95% de MDS; esto nos indica que es necesario realizar un mejoramiento de las propiedades de este material, que de igual manera será utilizado en la capa de afirmado. El CBR del material del segundo estrato tiene un valor promedio de 6.1 al 95% de la MDS; lo cual, según el manual de carreteras se puede considerar como un material de subrasante regular ya que el resultado se encuentra entre 6% y 10%, por lo tanto, para el material de subrasante no será necesario realizar una estabilización.

En la figura 4 se puede ver los resultados obtenidos de CBR de las muestras extraídas de la capa de afirmado de la zona, mezcladas con diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (CCA), según la tabla se puede ver que en todas las muestras al ser mezcladas con 10% de CCA, se obtiene un considerable aumento en el valor de sus propiedades, superando a las proporciones de 20% y 30%, las cuales también mejoran el comportamiento mecánico del suelo con valores superiores al 40%. Según el manual de Carreteras en la sección de Afirmados, nos indica que el valor de CBR para la capa de afirmado debe de ser como mínimo 40%, para lo cual se puede emplear el suelo estabilizado con el 10% de CCA. Para verificar los resultados obtenidos, se empleó una estadística inferencial, esto lo podemos encontrar en la tabla 22, que nos indica que la significancia es menor a 0.05, determinando que se optará por la hipótesis alterna que nos indica que, si existe diferencias significativas, por lo tanto, si se puede estabilizar el suelo empleando CCA.

La tabla 28 nos muestra el IMDA por tipo de vehículo que ha transitado por el sector Conache, de tal manera que tenemos un IMDA total de 224 veh/día. Según el estudio de tráfico realizado se puede ver que el número de ejes equivalentes es 210,217.95 EE, según el manual de suelos y pavimentos en su sección para caminos no pavimentados nos indica que con este valor se puede considerar como un Tp1, lo que, sí se debe tener en cuenta en este valor

obtenido, es que, el mayor porcentaje de vehículos son de tipo vehículos ligeros, de manera que estos no ocasionarán mucha deformación en nuestra capa de afirmado.

Realizando el diseño del espesor de la capa de afirmado, se determina que tendrá un espesor de 21 pulgadas, de lo cual, se aprovechará el material del primer estrato, ya que cuenta con un CBR de 27.9%. Por lo tanto, el diseño final presentará 2 capas, la primera capa, tendrá un espesor de 10 pulgadas y contará con material existente. La segunda capa tendrá un espesor de 11 pulgadas y estará conformada por un material estabilizado con 10% de ceniza de cáscara de arroz. Realizando una revisión de los diferentes artículos se puede verificar, que no existe ninguna propuesta sobre el porcentaje de CCA que debe ser adicionado a un determinado tipo de suelo para lograr estabilizarlo hasta obtener un valor de CBR necesario para su uso como capa de afirmado.

## VI. CONCLUSIÓN:

1. Se realizó el estudio topográfico, con el fin de determinar la descripción geográfica de la zona de estudio que comprende el sector de Conache, con el que se pudo realizar la representación gráfica de todo el sector, determinando en total 10109.52 metros lineales como longitud y un área total de 66722.832 metros cuadrados. A su vez se pudo determinar que el sector se encuentra en terreno prácticamente plano.
2. Del estudio geotécnico del suelo, para lo cual se efectuaron 5 calicatas, distribuidas en puntos específicos de la zona de estudio; estas calicatas presentan 2.00 m de largo, 1.00 m de ancho y 1.50 m de profundidad. Al realizar estas calicatas se puede observar que, en todas las calicatas, el suelo presenta dos estratos; el primer estrato desde 0.00 m a la profundidad de 0.40 m, según clasificación SUCS, tenemos un suelo SM que indica que es un suelo con arenas limosas, mezcla de arena y limo. El segundo estrato es de 0.40 m a 1.50 m de profundidad, presenta un suelo con clasificación SP-SM, que denota que es un suelo con arenas mal graduadas con presencia de grava y limos, que corresponde al terreno natural. El primer estrato de suelo presenta un CBR promedio de 27.9 %, que nos indica que ya existe un material seleccionado antes colocado; esta información se aprovechará para el diseño de la capa nueva de afirmado, se determinó el CBR del segundo estrato con promedio con un valor de 6.08 %, esto nos indicó que es un material regular que no necesita estabilización, se debe de tener en cuenta que este valor se empleó en el diseño de la capa de afirmado. Un dato importante que se pudo obtener del estudio de suelos es que presenta un mínimo porcentaje de finos, por lo cual no presenta plasticidad en su material.
3. Del estudio geotécnico, para evaluar las propiedades mecánicas de la capa de afirmado adicionando el 10%, 20% y 30% de CCA, se precisa que añadiendo un 10% de CCA al material natural que se desea emplear

en la capa de afirmado, se presentaron mejores resultados, alcanzando un valor de CBR promedio de 42.88%, este mejoramiento se debe a las características puzolánicas que presenta la ceniza adicionada.

4. Mediante el estudio de tráfico, habiendo realizado el conteo vehicular y planteado un periodo de diseño de 10 años; se determinó el valor de los ejes equivalentes que afectarían a la capa de afirmado, obteniendo 210,217.95 EE, con el que se pudo seleccionar como un tipo de tránsito  $T_{P1}$ , este valor influenció directamente en el diseño del espesor de la capa de afirmado.
5. El diseño del espesor de la capa de afirmado, se hizo aplicando el método AASHTO-93; con el que se pudo establecer que el paquete estructural presentará dos capas, la primera, tiene un espesor mínimo de 10 pulgadas y se aprovecharía la capa existente, ya que presenta un CBR promedio de 27.9%. Sobre esta capa, iría una nueva, con un espesor de 11 pulgadas, empleando material estabilizado con 10% de CCA con un CBR promedio de 42.88%. Por lo tanto; teniendo en cuenta el área y el espesor de la capa de afirmado con material estabilizado, se debe de contar con un volumen total de 18 642.36 m<sup>3</sup> de material estabilizado; de los que, el 10 % debe de ser CCA; por lo tanto, se necesitará 1 864.24 m<sup>3</sup> de CCA.

## **VII. RECOMENDACIONES:**

1. Para las empresas dedicadas al rubro de la ingeniería vial, investigar y proponer nuevas tendencias e insumos que pueden ser usados como agentes estabilizadores, buscando mitigar de alguna manera la contaminación del medio ambiente; a su vez desarrollar proyectos pilotos de amplia magnitud para evaluar los diferentes comportamientos de estos agentes, abriendo las puertas a diferentes investigadores interesados en este rubro.
2. Para los estudiantes de ingeniería civil, así como de otras carreras, como ingeniería de materiales, ingeniería química e ingeniería ambiental continuar con la investigación planteada, buscando nuevas propuestas y mejorando los planteamientos de la investigación.
3. Para los profesionales, que trabajan y laboran en diferentes fábricas o industrias proponer a estas, que proporcionen o faciliten, estos tipos de agregados; de esta manera, contribuir a los investigadores agilizando la obtención de estos materiales de manera económica. Ya que el nivel económico es el principal desafío que tienen que cubrir los investigadores.

## VIII. REFERENCIAS:

ADEYANJU, Enmanuel, OKEKE, Chukwueloka & AKINWUMI, Issac. Subgrade Stabilization using Rice Husk Ash-based Geopolymer (GRHA) and Cement Kiln Dust (CKD). *Case Studies in Construction Materials* [En línea]. 2020, vol 13, 388-341. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022].

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509520300607?via%3Dihub>

AGUILAR, Hugo y BRAVO, Juan. *Evaluación de la ceniza de fondo para la estabilización de suelos arcillosos provenientes de la zona ladrillera del distrito de San Jerónimo - Cusco* [En línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Cusco: Universidad Andina de Cusco, 2020. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. 195 pp.

Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3605>

ALARCON, J., JIMÉNEZ, M., BENÍTEZ, R. Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitosos. *Ingeniería de construcción* [En línea]. 2020, **35**(37). [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022].

Disponible

en:

[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732020000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732020000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

ISSN: 0718-5073

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE AND TRANSPORTATION HIGHWAY OFFICIALS (1997). *Guía AASHTO para diseño de estructuras de pavimentos*. Washington D.C.: AASHTO. ISBN: 1-56051-055-2

AREITERMAN, Pavel [et al]. Utilization of concrete slurry waste for soil stabilization. *Case Studies in Construction Materials* [En línea]. 2022. vol. 17. [Fecha de consulta: 15 de abril del 2022].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/journal/case-studies-in-construction-materials>

ARIAS, Jesús; VILLASÍS, Miguel y MIRANDA, María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alegría México* [En línea]. Abril-junio, 2016. vol. 63, no. 2. [Fecha de consulta: 06 de octubre del 2021].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>

AURAZO, Johnny. La Libertad: solo el 11,8% de las carreteras de la región están pavimentadas [en línea]. *El Comercio* 11 de octubre de 2019. [Fecha de consulta: 04 de octubre del 2021].

Disponible en: <https://elcomercio.pe/peru/la-libertad/la-libertad-solo-el-118-de-las-carreteras-de-la-region-estan-pavimentadas-noticia/?ref=ecr>

AYODELE, F. & FAJIMI, M. Stabilization of expansive soils using chemical additives: A review. *Materialstoday: Proceedings* [En línea]. 2022. vol. 60, 216-222 [Fecha de consulta: 15 de abril del 2022].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785321082080?via%3Dihub>

BACHMANN, Jan, PENDLE, Naomi & MORO, Leben. The longue durée of short-lived infrastructure – Roads and state authority in South Sudan. *Geoforum* [En línea]. 2022. vol. 133, 176-184. [Fecha de consulta: 15 de abril del 2022].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016718522000434?via%3Dihub>

BAKSHIZADEH, Amin, KHAYAT, Navid & HORPIBULSUK, Suksun. Surface stabilization of clay using sodium alginate. *Case Studies in*

*Construction Materials* [En línea]. 2022. vol. 16. [Fecha de consulta: 15 de abril del 2022].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522001383?via%3Dihub>

BAKSHIZADEH, Amin, KHAYAT, Navid & HORPIBULSUK, Suksun. Surface stabilization of clay using sodium alginate. *Case Studies in Construction Materials*. [En línea]. 2022. vol. 16. [Fecha de consulta: 24 de abril del 2022].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522001383?via%3Dihub>

BALAGUERA, Alejandra, CARVAJAL, Gloria & ARIAS, Yhan. Technical feasibility and life cycle assessment of an industrial waste as stabilizing product for unpaved roads, and influence of packaging. *Science of The Total Environment* [En línea]. 2019, vol 651, 1272-1282. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718337586?via%3Dihub>

BARBIERI, Diego & DYKE, Robert. Dataset regarding the mechanical properties of roads unbound treated with synthetic fluid based on isoalkane and tall oil. *Data in Brief* [En línea]. 2022, vol 40. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340921010337?via%3Dihub>

BARMAN, Dharmendra & KUMAR, Sujit. Stabilization of expansive soils using chemical additives: A review. *Journal of Rock Mechanics and*

*Geotechnical Engineering* [En línea]. 2022. [Fecha de consulta: 14 de abril del 2022].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775522000658?via%3Dihub>

BARRAGÁN, Camilo. *Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno arcilloso* [En línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Piloto de Colombia sección Alto Magdalena, 2019. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. 63 pp.

Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3578>

CALVARANO, Lidia, LEONARDI, Giovanni & PALAMARA, Rocco. Finite Element Modelling of Unpaved Road Reinforced with Geosynthetics. *Procedia Engineering* [En línea]. 2017. vol. 189, 99-104. [Fecha de consulta: 18 de abril del 2022].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817321380>

CASTRO, Axel. *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante* [En línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2017. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. 115 pp.

Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>

COMEXPERU. *Infraestructura Vial: Gobiernos Subnacionales Estancados*. [en línea]. Perú: ComexPeru, 2020. [Fecha de consulta: 24 de abril del 2022].

Disponible en: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/infraestructura-vial-gobiernos-subnacionales-estancados>

DEVULAPALLI, Lekhaz, SARANG, Goutham & KOTHANDARAMAN, Saravanan. Characteristics of aggregate gradation, drain down and

stabilizing agents in stone matrix asphalt mixtures: A state of art review. *Journal of Traffic and Transportation Engineering* [En línea]. 2022. vol. 9, 167-179. [Fecha de consulta: 18 de abril del 2022].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756421001070?via%3Dihub>

DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES. Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito [Fecha de consulta: 24 de abril del 2022].

Disponible en: <http://www.sutran.gob.pe/wpcontent/uploads/2015/08/manualdedisenodecarrterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf>

ESQUIVEL, Glizeth y GAMEZ, Milagros. *Cal y cenizas de cáscara de arroz para estabilizar la superficie de rodadura en la vía Santa Clemencia Chachapoyas* [En línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2019. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. 138 pp.

Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3501>

EYO, E., NGAMBI, S. & ABBEY, S. Incorporation of a nanotechnology-based additive in cementitious products for clay stabilisation. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* [En línea]. 2020, vol 12, 1056-1069. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775520300718?via%3Dihub>

FLORIAN, Cristian y JARA, Cristhian. *Influencia del porcentaje en la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar activada alcalinamente sobre la estabilización de la mezcla suelo – sedimento para uso en vías, Trujillo, 2021*

[En línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2021. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022]. 161 pp. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16850>

GALVEZ, Paola y SANTOYO, Jessica. *Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con ceniza de cáscara de arroz, carretera Yanuyacu Bajo – Señor Cautivo* [En línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2019. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. 69 pp. Disponible en: <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/232>

GONZALES, Tania. *Estabilización de suelos con cascarilla de café en caminos vecinales, tramo Dormenduyoc – Belenpata, Distrito de Echarati, La Convención – Cusco, 2021* [En línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Cusco: Universidad Cesar Vallejo, 2021. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. 42 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84652>

GOÑAS, Olger y SALDAÑA, Jhon. *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada* [En línea]. Enero – febrero 2020. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v3i1.589>  
ISSN: 2414-8822

HIDALGO, Samantha. *Evaluación de la reactividad puzolánica de la ceniza de paja de arroz* [En línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). España: Universidad Politécnica de Valencia, 2018. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. 101 pp. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/105638>

HUACCHA, Michael y LEDESMA, Paiva. *Adición de cementos Viaforte, Qhuna y Mochica como estabilizadores en la capacidad de soporte de*

*subrasante de suelos para pavimentos en la avenida Alan García, La Esperanza, Trujillo* [En línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2021. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. 57 pp.

Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/18231>

JEREZ, Laura, GÓMEZ, Orlando & MURILLO, Carol. Stabilization of Colombian lateritic soil with a hydrophobic compound (organosilane). *International Journal of Pavement Research and Technology* [En línea]. 2018, vol 11, 639-646. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681417302213?via%3Dihub>

KUMAR, Arvind & SIVAPULAI AH, PV. Potential of fly ash to suppress the susceptible behavior of lime-treated gypseous soil. *Soils and Foundations* [En línea]. 2018, vol 58, 645-665. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003808061830043X?via%3Dihub>

LINARES, Roiser, AGUILAR, Manuel y ROJAS, Edward. Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido. *Ciencias naturales e ingeniería* [En línea]. 2020, 2(3). [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v3i2.612>

ISSN: 2414-8822

LOPEZ, Pedro. Población, muestra y muestreo. Punto Cero [En línea]. 2004, vol. 09, no. 08. [Fecha de consulta: 24 de abril del 2022].

Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S181502762004](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S181502762004)

[000100012](#)

ISSN: 1815-0276

MARBIERI, Diego, HOFF, Inge & ENGENESS, Mai. Organosilane and lignosulfonate as innovative stabilization techniques for crushed rocks used in road unbound layers. *Transportation Geotechnics* [En línea]. 2017. vol. 22. [Fecha de consulta: 18 de abril del 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214391219302910?via%3Dihub>

MATTEY, Pedro [et al]. Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales* [En línea]. 2015. vol. 35. [Fecha de consulta: 18 de abril del 2022].

Disponible en:  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025569522015000200015](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025569522015000200015)

MENÉNDEZ, José, 2002. *Ingeniería De Pavimentos - Materiales, Diseño Y Conservación*. 2ª ed. Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos [En línea]. Perú: MTC [Fecha de consulta: 24 de abril del 2022].

Disponible en:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de ensayo de materiales [En línea]. Perú: MTC [Fecha de consulta: 24 de abril del 2022].

Disponible en:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

MIRAKI, Hania, SHARIATMADARI, Nader & GHADIR, Pooria. Clayey soil stabilization using alkali-activated volcanic ash and slag. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* [En línea]. 2022, vol 14. [Fecha de consulta: 14 de abril del 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775521001530?via%3Dihub>

MONTEJO, Alfonso, 2010. *Ingeniería De Pavimentos Para Ingeniería*. 2ª ed. Colombia: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones. ISBN: 958 – 96036 – 2 – 9.

MORY, Wuelmer. *Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas* [En línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Piura: Universidad de Piura, 2020. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. 43 pp.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/4476>

PARTHIBAN, Devarajan [et al]. Role of industrial based precursors in the stabilization of weak soils with geopolymer – A review. *Case Studies in Construction Materials* [En línea]. 2022. vol. 16. [Fecha de consulta: 18 de abril del 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522000183?via%3Dihub>

PEÑA, Cecilia y ZAMBRANO, Fulton. *Hormigón celular con la utilización de materiales locales* [En línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil).

Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022]. 35 pp.

Disponible en:  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3310/1/5832.pdf>

PEÑA, Cecilia y ZAMBRANO, Fulton. *Hormigón celular con la utilización de materiales locales* [En línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022]. 35 pp.

Disponible en:  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3310/1/5832.pdf>

RAMAL, Rodolfo, RAYMUNDO, José y CHÁVEZ, Jhonatan. Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura. *Ciencias y tecnologías de materiales* [En línea]. 2019, 1(12). [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.26495/tzh.v12i1.1251>

ISSN: 1997-8731

RAMDAS, Veshara, MANDREE, Prisha & MGANGIRA, Martin. Establishing miniaturised structural testing techniques to enable high-throughput screening of microorganisms and microbial components for unpaved road stabilisation application. *Journal of Advanced Research* [En línea]. 2020, vol 21, 151-159. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090123219301808?via%3Dihub>

SAGAR, Turkane, SANDEEP, Chouksey. Design of low volume road pavement of stabilized low plastic soil using fly ash geopolymer. *Materialstoday: Proceedings* [En línea]. 2022. [Fecha de consulta: 14 de abril del 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322023033?via%3Dihub>

SHTAYAT, Amir, MORIDPOUR, Sara & BEST, Bethold. A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads. *Journal of Traffic and Transportation Engineering* [En línea]. 2020, vol 7, 629-638. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756420301173?via%3Dihub>

SIRMATEL, Isik & GEROLIMINIS, Nikolas. Dataset regarding the mechanical properties of roads unbound treated with synthetic fluid based on isoalkane and tall oil. *Control Engineering Practice* [En línea]. 2021, vol 109. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967066121000277?via%3Dihub>

SOLVYEVA, GV & VATCHNADZEB, KI. Improving of performance characteristics during mechanical stabilization of quarry haul roads with stiff polymeric Tensor Triax hexagonal geogrid. *Transportation Geotechnics and Geoecology* [En línea]. 2017, vol 189, 666-672. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817322312>

TUPIA, Gladys. *Estabilización de suelos en la subrasante con cenizas de hojas de eucaliptos en la avenida Juan Velazco – Carabayllo en Lima* [En línea]. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2022]. 78 pp.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/83124>

WANG, Chunmei [et al]. Unpaved road erosion after heavy storms in mountain areas of northern China. *International Soil and Water Conservation Research* [En línea]. 2022, vol 10, 29-37. [Fecha de consulta: 14 de abril del 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095633921000460?via%3Dihub>

YADAV, Anjani & GAURAV, Kumar. Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. *International Journal of Pavement Research and Technology* [En línea]. 2017, 3(10), 254-261. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416301493?via%3Dihub>.

ZHANG, Baojun, XIONG, Dondhong & TANG, Yongfa. Land surface roughness impacted by typical vegetation restoration projects on aeolian sandy lands in the Yarlung Zangbo River valley, southern Tibetan plateau. *International Soil and Water Conservation Research* [En línea]. 2022, vol 10, 109-118. [Fecha de consulta: 14 de abril del 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095633921000617?via%3Dihub>

## ANEXOS

### Anexo 1. Variables y Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Ceniza de cáscara de arroz	Material de residuos agrícolas el cual conforma alrededor 20% de producción de arroz a nivel mundial, es el residuo más significativo que tiene la producción agrícola de granos, de tal manera la disposición posterior es uno de las mayores que tenemos en los países productores (Mattey, 2015).	La ceniza de cáscara de arroz será utilizada para estabilizar el suelo de la capa de afirmado, utilizando diferentes porcentajes.		Porcentajes	Razón
Estabilización del suelo.	Es el proceso que consiste en mejorar sustancialmente el comportamiento esfuerzo-deformación de un suelo. (Rivera, Aguirre, Mejía, Orobio, 2020).	Se adicionará porcentajes de ceniza de cáscara de arroz a las muestras con el fin de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, realizando los ensayos pertinentes y realizando el diseño de la capa estructural de la capa de afirmado	Estudios topográficos	Distancia	Razón
				Área de estudio	
				Elevación	
			Estudio Geotécnico del suelo	Contenido de Humedad	Razón
				Análisis granulométrico	
				Límites de Atterberg	
				Peso específico	
Estudio Geotécnico de muestras	CBR	Razón			
	Capacidad de soporte (CBR)	Razón			
Estudio de tráfico	Proctor modificado	Razón			
	IMDA	Razón			
	Número de repeticiones de ejes equivalentes	Razón			

			Diseño estructural	Espesor de capa	Razón
--	--	--	--------------------	-----------------	-------

**Anexo 2. Matriz de Consistencia**

HIPOTESIS	OBJETIVOS	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
La estabilización de suelos será empleando el 20% de cenizas de cáscara de arroz con respecto a la cantidad total de la carpeta de afirmado, la cual tendrá un espesor de 0.20 m			Porcentajes	Razón
	Realizar el estudio topográfico del centro poblado Conache	Estudios topográficos	Distancia	Razón
			Área de estudio	
			Elevación	
	Ejecutar el estudio geotécnico del suelo que pertenece a los caminos del centro poblado.	Estudio Geotécnico	Análisis granulométrico	Razón
			Contenido de Humedad	
			Límites de Atterberg	
			Peso específico	
	Ejecutar el estudio geotécnico del suelo de los caminos del centro poblado adicionando el 10%, 20% y 30% de ceniza de cáscara de arroz.	Estudio Geotécnico de muestras	Capacidad de soporte (CBR)	Razón
			Proctor modificado	Razón
Llevar a cabo el estudio de tráfico	Estudio de tráfico	IMDA	Razón	
		Número de repeticiones de ejes equivalentes		
Realizar el diseño estructural de la capa de rodadura del afirmado.	Diseño estructural	Espesor de capa	Razón	

**Anexo 3.** Instrumento de guía de observación 1 para ubicar los puntos de los vértices de control del vuelo con dron para el levantamiento topográfico.

TABLA DE VERTICE DE CONTROL					
<b>Ubicación:</b>					
<b>Fecha:</b>					
<b>Operador:</b>					
<b>Instrumento:</b>					
<b>Marca:</b>					
Nº	CORDENADAS		Elev. (m)	Codigo	Descripción
	Norte (m)	Este (m)			
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					

**Anexo 4.** Guía de observación 2 donde se colocará las distancias en el perfil estratigráfico.

<b>PERFIL ESTATIGRAFICO</b>					
SOLICITANTE					
PROYECTO					
CALICATA N°					
NIVEL FREATICO FECHA					
PROF.					
Prof.	Tipo de excavación	Muestra	Clasificación (SUCS)	Descripción del material	Símbolo
cm					
0.1					
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1					
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5					
1.6					
1.7					
1.8					
1.9					
2.8					
2.9					
3					

Observaciones:



**Anexo 6.** Guía de observación 4 para apuntar los diferentes datos durante el ensayo de contenido de humedad.

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD						
Fecha de Muestreo						
Operado por						
Verificado por						
Ensayo	Nº	1	2	3	4	5
PESO ESPECIFICO						
Peso de muestra húmeda	Grs.					
Peso del molde	Grs.					
Peso de la muestra húmeda	Grs.					
Volúmen del molde	c.c.					
Densidad húmeda	Gr/c.c.					
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara	Nº					
Peso muestra húmeda + tara	Grs.					
Peso muestra seca + tara	Grs.					
Peso del agua	Grs.					
Peso de la tara	Grs.					
Peso de la muestra seca	Grs.					
Contenido de humedad	%					
PESO ESPECIFICO SECO						
Densidad seca	Gr/c.c.					

**Anexo 7. Ficha resumen 1 donde se muestra los valores que brinda el sistema de clasificación de suelos unificados "SUCS"**

	DIVISIONES	Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO			
	PRINCIPALES						
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	Gravas limpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: $Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{60}$ entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ . Encima de línea A con $IP$ entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo. Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$ .		
		(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.			
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.			
		(apreciable cantidad de finos)	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.			
	ARENAS	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	$< 5\% \rightarrow GW, GP, SW, SP$ $> 12\% \rightarrow GM, GC, SM, SC$ $5$ al $12\% \rightarrow$ casos límite que requieren usar doble símbolo. $Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{60}$ entre 1 y 3 Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ . Los límites situados en la zona rayada con $IP$ entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble. Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$ .		
			(pocos o sin finos)	SP		Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	
		Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.			
			(apreciable cantidad de finos)	SC		Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	
		SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:	ML		Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	 <p>Índice de grupo :</p> $IG = (F - 35) \cdot [0,2 + 0,005 \cdot (LL - 40)] + 0,01 \cdot (F - 15) \cdot (IP - 10)$ <p>Siendo :</p> F : % que pasa el tamiz ASTM n° 200. LL : límite líquido. IP : índice de plasticidad. El índice de grupo para los suelos de los subgrupos A - 2 - 6 y A - 2 - 7 se calcula usando sólo : $IG = 0,01 \cdot (F - 15) \cdot (IP - 10)$
				CL		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.						
Limos y arcillas:	MH		Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.				
	CH		Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.				
	OH		Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.				
Suelos muy orgánicos	PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.					

**Anexo 8. Ficha resumen 2 donde se muestra los valores que brinda el sistema de clasificación de suelos AASHTO.**

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz Nº 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)			
	A-1		A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo:	A-1-a	A-1-b									A-7-5
Porcentaje que pasa:											
Nº 10 (2mm)	50 máx	-	-	-			-				
Nº 40 (0,425mm)	30 máx	50 máx	51 mín	-			-				
Nº 200 (0,075mm)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx			36 mín				
Características de la fracción que pasa por el tamiz Nº 40											
Límite líquido	-		-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo			

(1): No plástico

(2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30

El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30

**Anexo 9.** *Guía de observación 5 para determinar el peso específico*

<b>Determinación de la densidad</b>					
<b>Probeta N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Humedad de compactación ( % )</b>					
<b>Peso del molde</b>					
<b>Peso del molde + suelo húmedo</b>					
<b>Peso del suelo húmedo</b>					
<b>Densidad húmeda (grs/cm3)</b>					
<b>Densidad seca (grs/cm3)</b>					



Despues de la saturación					
Probeta N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo final					
Agua Absorbida					
% agua absorbida					
Humedad final ( % )					
Humedad promedio ( % )					
Volumen de suelo					
Densidad húmeda final (grs/cm3)					
Densidad seca final (grs/cm3)					

Aplicación de cargas						
Penetración (mm)	Probeta N° 1		Probeta N° 2		Probeta N° 3	
	Sobrecarga: kg		Sobrecarga: kg		Sobrecarga: kg	
	Lect. Dial	Presión	Lect. Dial	Presión	Lect. Dial	Presión
0						
0.64						
1.27						
1.91						
2.54						
3.18						
3.81						
4.45						
5.08						
7.62						
10.16						
12.7						
% Humedad después de la aplicación de cargas						
Probeta N°	1	2	3			
1/3 superior del molde						
1/3 medio del molde						
1/3 inferior del molde						
Humedad promedio ( % )						

Probeta N°	Penetración		Presión (de gráfico 1) (MPa)	patrón (MPa)	% CBR (para gráfico 2) Presión/Carga patrón
	(Pulg)	(mm)			
10 golpes	0.1"	2.54		6.9	
	0.2"	5.08		10.3	
25 golpes	0.1"	2.54		6.9	
	0.2"	5.08		10.3	
56 golpes	0.1"	2.54		6.9	
	0.2"	5.08		10.3	





Despues de la saturación					
Probeta N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo final					
Agua Absorbida					
% agua absorbida					
Humedad final ( % )					
Humedad promedio ( % )					
Volumen de suelo					
Densidad húmeda final (grs/cm3)					
Densidad seca final (grs/cm3)					

Aplicación de cargas						
Penetración (mm)	Probeta N° 1		Probeta N° 2		Probeta N° 3	
	Sobrecarga: kg		Sobrecarga: kg		Sobrecarga: kg	
	Lect. Dial	Presión	Lect. Dial	Presión	Lect. Dial	Presión
0						
0.64						
1.27						
1.91						
2.54						
3.18						
3.81						
4.45						
5.08						
7.62						
10.16						
12.7						
% Humedad después de la aplicación de cargas						
Probeta N°	1	2	3			
1/3 superior del molde						
1/3 medio del molde						
1/3 inferior del molde						
Humedad promedio ( % )						

Probeta N°	Penetración		Presión (de gráfico 1) (MPa)	patrón (MPa)	% CBR (para gráfico 2) Presión/Carga patrón
	(Pulg)	(mm)			
10 golpes	0.1"	2.54		6.9	
	0.2"	5.08		10.3	
25 golpes	0.1"	2.54		6.9	
	0.2"	5.08		10.3	
56 golpes	0.1"	2.54		6.9	
	0.2"	5.08		10.3	



**Anexo 12. Guía de observación 8 formato para el ensayo Proctor Modificado.**

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD						
Fecha de Muestreo						
Operado por						
Verificado por						
Ensayo	Nº	1	2	3	4	5
<b>PESO ESPECIFICO</b>						
Peso de muestra húmeda -	Grs.					
Peso del molde	Grs.					
Peso de la muestra húmed	Grs.					
Volúmen del molde	c.c.					
Densidad húmeda	Gr/c.c.					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Tara	Nº					
Peso muestra húmeda + tª	Grs.					
Peso muestra seca + tara	Grs.					
Peso del agua	Grs.					
Peso de la tara	Grs.					
Peso de la muestra seca	Grs.					
Contenido de humedad	%					
<b>PESO ESPECIFICO SECO</b>						
Densidad seca	Gr/c.c.					
<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">RELACION HUMEDAD-DENSIDAD</p> </div>						
					<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b> (gr/cm <sup>3</sup> )	
					<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	
<b>RESULTADOS</b>						
% COMPACTACION EN ESPECIFICACION	:					%
DENSIDAD SECA MAXIMA	:					gr/cc
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:					%
DENSIDAD SECA MINIMA DE CAMPO (por alcanzar)	:					gr/cc
DENSIDAD SECA DE CAMPO (alcanzado)	:					gr/cc
% COMPACTACION ALCANZADO	:					%

### Anexo 13. Instrumento de guía de observación 9 para el conteo vehicular.

#### ESTUDIO DE TRAFICO - TRAMO 1

TRAMO DE LA CARRETERA	1		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN			
DÍA	Lunes		

Regresar

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DÍA Y FECHA	

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
00-01	E S																			
01-02	E S																			
02-03	E S																			
03-04	E S																			
04-05	E S																			
05-06	E S																			
06-07	E S																			
07-08	E S																			
08-09	E S																			
09-10	E S																			
10-11	E S																			
11-12	E S																			
12-13	E S																			
13-14	E S																			
14-15	E S																			
15-16	E S																			
16-17	E S																			
17-18	E S																			
18-19	E S																			
19-20	E S																			
20-21	E S																			
21-22	E S																			
22-23	E S																			
23-24	E S																			
<b>PARCIAL:</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

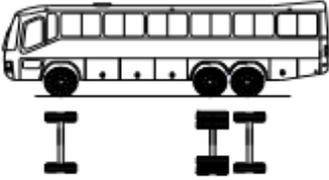
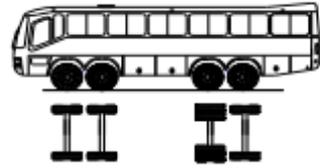
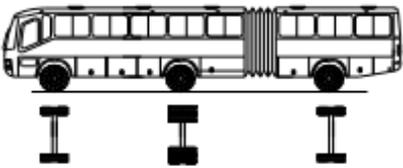
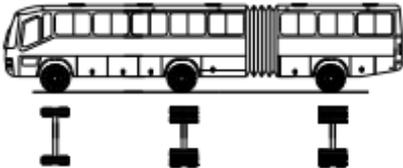
ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTC : \_\_\_\_\_

**Anexo 14.** Instrumento de ficha resumen 3 para ver las cargas de los ejes vehiculares.

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS											
N°	Config. vehicular	N° de ejes	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
						Conjunto de ejes posteriores					
						1°	2°	3°	4°		
47	B3-1	3		14.00 (Convencional) 15.00 (Integral)	7	16	---	---	---	23	
48	B4-1	4		15.00	7+7 <sup>(3)</sup>	16	---	---	---	30	
49	BA-1	3		18.30	7	11	7	---	---	25	
50	BA-2	3		18.30	7	11	11	---	---	29	

(1) Conjunto de ejes con un eje direccional

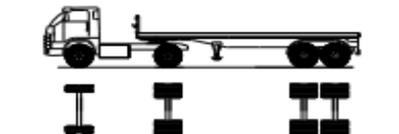
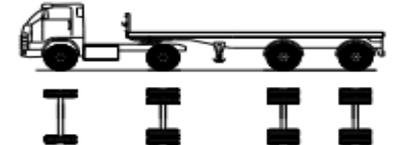
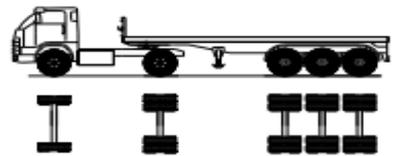
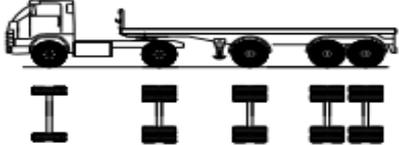
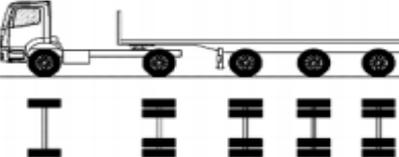
(2) Vehículos con facilidad de distribución de peso por ejes.

(3) Conjunto de ejes separados compuesto por dos ejes simples donde la distancia entre centros de ruedas es superior a 2.40 m.

(4) Eje direccional

(5) Carga máxima para conjunto de ejes direccionales compuestos por dos ejes simples donde la distancia entre centros de ruedas es superior a 1.70 m.

(...)\*

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS										
N°	Config. vehicular	N° de ejes	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
						Conjunto de ejes posteriores				
						1°	2°	3°	4°	
1	C2	2		12.30	7	11	—	—	—	18
2	C3	3		13.20	7	18	—	—	—	25
3	C4	4		13.20	7	23 <sup>(1)</sup>	—	—	—	30
4	8x4	4		13.20	7+7 <sup>(2)</sup>	18	—	—	—	32
5	T2S1	3		20.50	7	11	11	—	—	29
6	T2S2	4		20.50	7	11	18	—	—	36
7	T2Se2	4		20.50	7	11	11	11	—	40
8	T2S3	5		20.50	7	11	25	—	—	43
9	T2Se3	5		20.50	7	11	11 <sup>(6)</sup>	18	—	48 <sup>(2)</sup>
10	T2Se3-a	5		20.50	7	11	11	11	11	48 <sup>(2)</sup>

**Anexo 15.** Instrumento guía de observación 10 donde se calculará el espesor de la capa de afirmado.

## METODO AASHTO 1993

## ITERATIVO

PROYECTO :

FECHA :

### 1. REQUISITOS DEL DISEÑO

- a. PERIODO DE DISEÑO (Años)
- b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)
- c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)
- d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)
- e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)  
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)  
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)


### 2. PROPIEDADES DE MATERIALES

- c MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)

### 3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

<b>SN Requerido</b>	$G_t$	<b>N18 NOMINAL</b>	<b>N18 CALCULO</b>
---------------------	-------	--------------------	--------------------

### 4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

- a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA  
capa de afirmado
- b COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA  
capa de afirmado

	pulg

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D(cm)

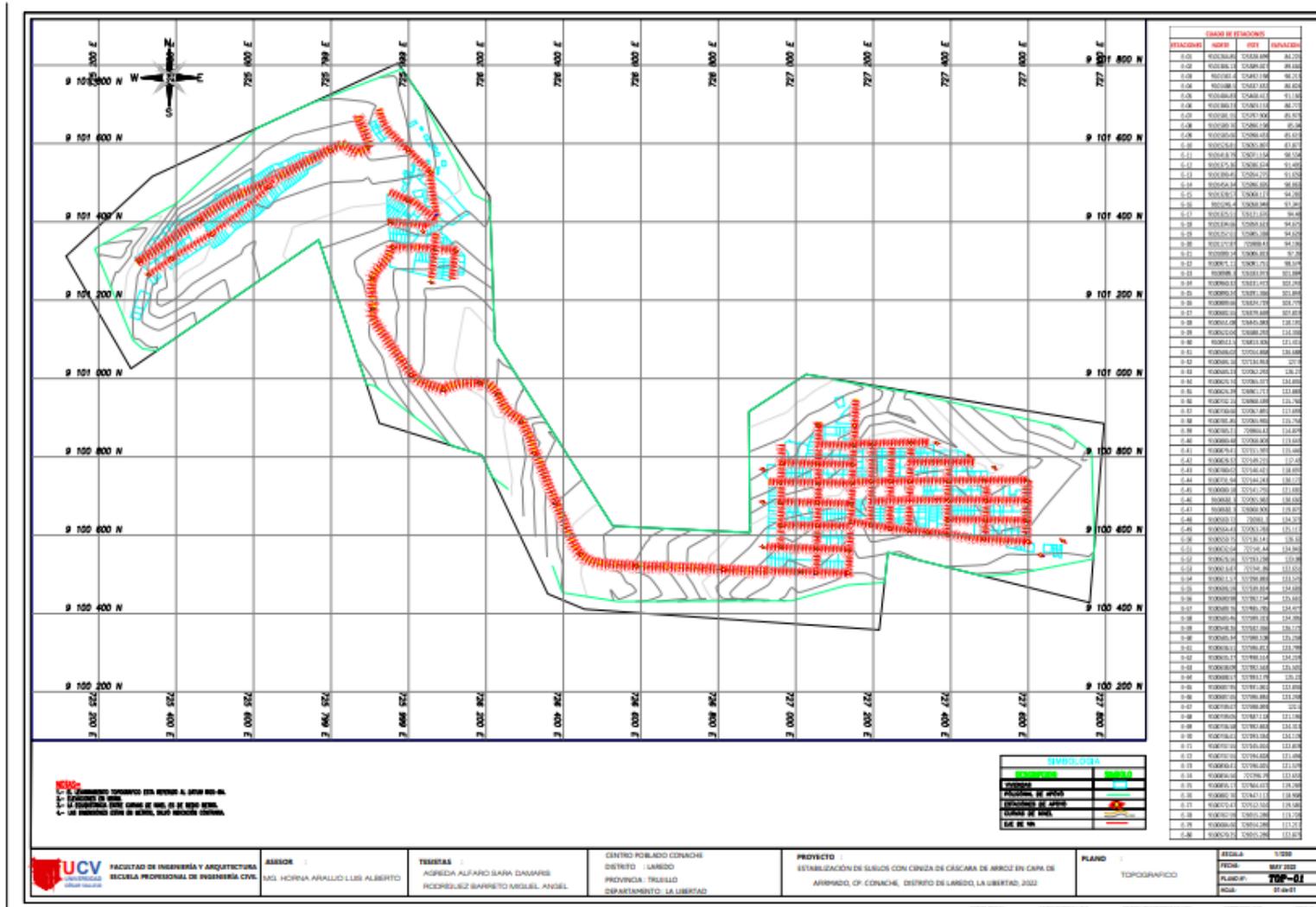
**Anexo 16. Puntos de estaciones**

V	NORTE	ESTE	ELEVACION
E1	9101264.85	725328.699	84.225
E2	9101306.13	725389.027	89.666
E3	9101367.4	725492.198	90.213
E4	9101488.5	725637.632	86.824
E5	9101404.83	725460.412	91.166
E6	9101300.23	725303.153	80.772
E7	9101581.55	725797.906	85.973
E8	9101589.76	725896.198	85.04
E9	9101583.66	725998.433	85.619
E10	9101526.81	726055.897	87.877
E11	9101418.79	726071.164	90.534
E12	9101375.36	726036.674	91.495
E13	9101399.45	725954.275	91.659
E14	9101454.34	725996.695	90.063
E15	9101328.57	726068.127	94.282
E16	9101245.4	726058.948	97.341
E17	9101325.51	726121.676	94.48
E18	9101334.66	725959.623	94.675
E19	9101257.61	725905.338	94.629
E20	9101177.87	725908.42	94.196
E21	9101009.14	726006.823	97.39
E22	9100971.11	726091.751	98.574
E23	9100989.3	726183.973	101.084
E24	9100960.32	726231.472	102.243
E25	9100890.24	726291.366	101.844
E26	9100809.66	726324.729	103.779
E27	9100682.55	726379.669	107.819
E28	9100551.08	726445.083	110.191
E29	9100522.04	726588.292	114.336
E30	9100512.5	726813.305	121.415
E31	9100506.02	727014.868	126.688

E32	9100504.16	727134.953	127.9
E33	9100503.23	727052.292	126.27
E34	9100623.74	727055.377	124.035
E35	9100624.29	726961.717	122.883
E36	9100732.15	726960.439	115.766
E37	9100730.66	727057.891	117.693
E38	9100781.85	727055.965	115.754
E39	9100783.21	726964.42	114.079
E40	9100880.48	727058.003	113.643
E41	9100879.41	727151.397	115.446
E42	9100828.32	727149.215	117.43
E43	9100780.62	727146.421	118.697
E44	9100731.94	727144.243	120.172
E45	9100680.18	727141.755	121.665
E46	9100682.3	727055.982	120.666
E47	9100682.3	726960.905	119.075
E48	9100569.72	726961.2	124.373
E49	9100564.43	727053.783	125.117
E50	9100559.75	727136.141	126.62
E51	9100632.64	727141.44	124.943
E52	9100626.56	727193.238	123.08
E53	9100616.87	727241.89	122.651
E54	9100611.57	727290.883	123.576
E55	9100606.59	727339.824	124.683
E56	9100600.98	727392.194	125.661
E57	9100589.76	727485.785	124.477
E58	9100583.46	727599.323	124.395
E59	9100548.26	727632.366	126.172
E60	9100585.34	727690.108	125.258
E61	9100636.51	727596.812	123.799
E62	9100635.27	727490.514	124.224
E63	9100638.09	727392.563	125.501
E64	9100688.57	727393.179	125.22

E65	9100687.95	727491.061	122.836
E66	9100687.65	727596.846	123.248
E67	9100739.67	727598.093	122.5
E68	9100739.05	727487.118	121.196
E69	9100736.58	727392.863	124.313
E70	9100736.61	727293.334	124.178
E71	9100737.55	727245.016	122.878
E72	9100737.55	727194.828	121.494
E73	9100830.41	727196.025	121.579
E74	9100834.56	727296.79	122.653
E75	9100835.17	727364.472	119.269
E76	9100802.76	727447.112	118.908
E77	9100772.47	727512.316	119.585
E78	9100767.59	726915.289	113.728
E79	9100684.66	726914.289	117.217
E80	9100570.25	726915.289	122.873

## Anexo 17. Plano de Conache







### PERFIL ESTRATIGRAFICO

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN LA CAPA DE AFIRMADO,  
C.P. CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, LA LIBERTAD – 2022

**SOLICITANTE** : AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS  
RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL

**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO DE CONACHE – TRUJILLO – LA LIBERTAD

**MUESTRA** : C2

Método de excavación: Manual		Fondo : 1.50m.		Largo : 2.00m.	Perforación Calicata	
Superficie : Plana		Nivel Freático : NP		Ancho : 1.00m.	C2	
Prof. m.		SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA	
					Nº	Prof. m.
0.00		SM	[Hatched pattern]	0.00 – 0.40 Se evidencia la mezcla de suelo arenoso con finos con presencia baja de material orgánico.	C-1	M-1
0.40				0.40 – 1.50: Se evidencia la presencia de arena fina, color plumizo. Poco húmedo		M-2
1.50	SP-SM	[Dotted pattern]				
				No se encuentra Presencia de nivel freático		
Mab = muestra en bolsa      Mis = muestra en shelby      Pm = penetrómetro manual Mib = muestra en bloque						



Jorge Alejandro Barraltes Vilasueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN LA CAPA DE AFIRMADO,  
C.P. CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, LA LIBERTAD – 2022  
**SOLICITANTE** : AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS  
RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO DE CONACHE – TRUJILLO – LA LIBERTAD  
**MUESTRA** : C3

Método de excavación: Manual		Fondo : 1.50m.		Largo : 2.00m.	Perforación Calicata	
Superficie : Plana		Nivel Freático : NP		Ancho : 1.00m.	C3	
Profundidad : 1.50 m.						
Prof. m.	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA		
				Nº	Tipo	Prof. m.
0.00	SM		0.00 – 0.40 Se evidencia la mezcla de suelo arenoso con finos con presencia baja de material orgánico.	C-1	M-1	0.00-0.40
0.40			0.40 – 1.50: Se evidencia la presencia de arena fina, color plumizo. Poco húmedo		M-2	0.40-1.50
1.50	SP-SM					
			No se encuentra Presencia de nivel freático			
Mab = muestra en bolsa      Mis = muestra en shelby      Pm = penetrómetro manual Mib = muestra en bloque						



Jorge Alejandro Barralón Vitaraveja  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384





# Anexo 19. Granulometría del suelo de la calicata C1, C2, C3, C4 y C5



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Materiales Cerámicos y Suelos

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C1 - M 1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA M.P. 333.128 (99)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural	3.9
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO				
3"	75.000				100.00			
2"	50.000				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
N°4	4.750	16.8	3.7	3.7	96.3			
N°10	2.000	45.9	10.2	14.0	86.0			
N°16	1.100	77.4	17.3	31.3	68.7			
N°30	0.600	23.2	5.2	36.4	63.6			
N°40	0.425	46.6	10.4	46.8	53.2			
N°50	0.297	46.9	10.5	57.3	42.7			
N°100	0.149	69.9	15.6	72.9	27.1			
N°200	0.075	95.0	21.2	95.3	5.9			
< N°200	Fondo	26.4	4.7	100.0				
Total		448.1		100.0				

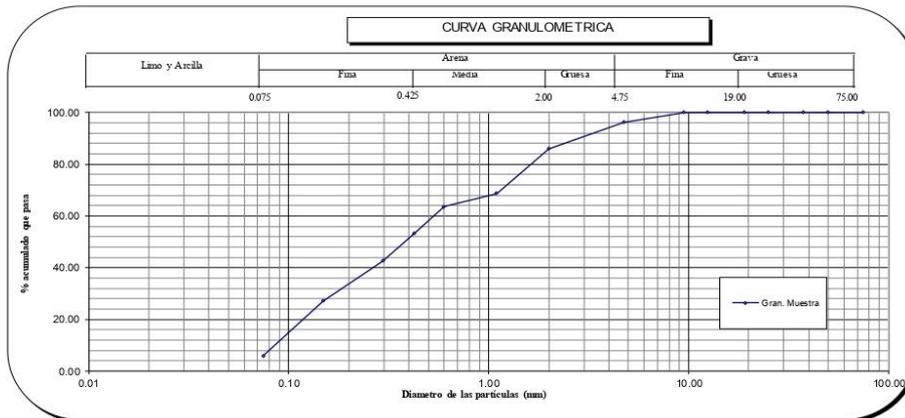
CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS		
Grava (%)		
Arena (%)	95.3	
Finos (%)	4.7	
D30	0.19	
D60	0.77	
D10	0.10	
Cu	8.10	
Cc	0.47	

LIMITES DE CONSISTENCIA		
LL		NP
LP		NP
IP		NP

CLASIFICACION DE SUELOS		
SUCS		SM
AASHTO		A-1-a



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO

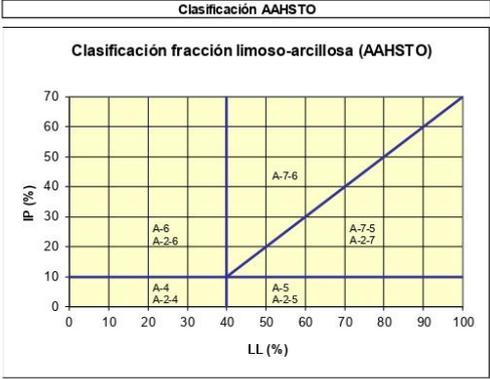


Jorge Alejandro Esquivel Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.I.P. N° 197384



### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	C1 - M1
SOLICITANTE	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD



**Material granular**  
Excelente a bueno como subgrado  
**A-1-a Grava y arena arcillosa o limosa**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. ( Nomenclatura con símbolo doble).  
**Arena mal graduada con arcilla SM**



*Jorge Alejandro Barralón Viscaya*  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C1- M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA M.P. 339.128 (99)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural	4.2
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO				
3"	75.000				100.00			
2"	50.000				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
N°4	4.750	16.8	3.7	3.7	96.3			
N°10	2.000	45.9	10.2	14.0	86.0			
N°16	1.100	77.4	17.3	31.3	68.7			
N°30	0.600	23.2	5.2	36.4	63.6			
N°40	0.425	46.6	10.4	46.8	53.2			
N°50	0.297	46.9	10.5	57.3	42.7			
N°100	0.149	69.9	15.6	72.9	27.1			
N°200	0.075	95.0	21.2	94.1	5.9			
< N°200	Fondo	26.4	5.9	100.0				
Total		448.1	100.0					

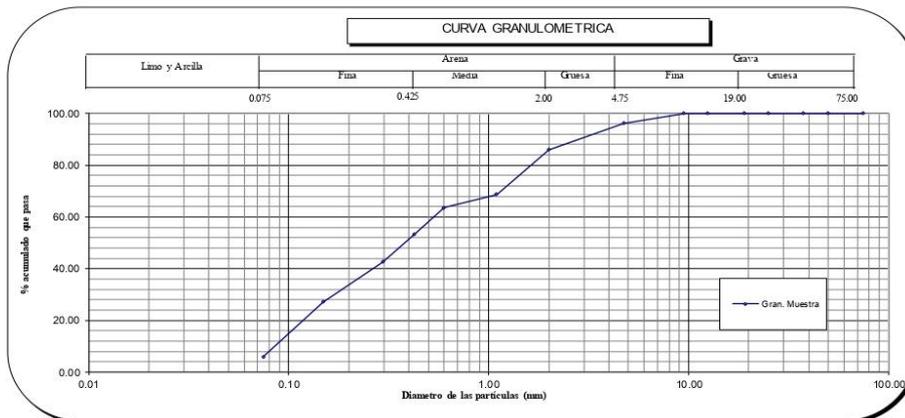
CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS		
Grava (%)		
Arena (%)	94.1	
Finos (%)	5.9	
D30	0.19	
D60	0.77	
D10	0.10	
Cu	8.10	
Cc	0.47	

LIMITES DE CONSISTENCIA		
LL	NP	
LP	NP	
IP	NP	

CLASIFICACION DE SUELOS		
SUCS	SP - SC	
AASHTO	A-2-6	



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO

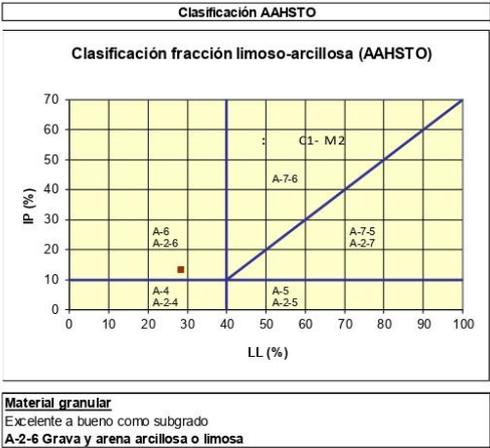


Jorge Alejandro Barrios Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R.C.I.P. N° 197384



### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	C1- M2
SOLICITANTE	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD



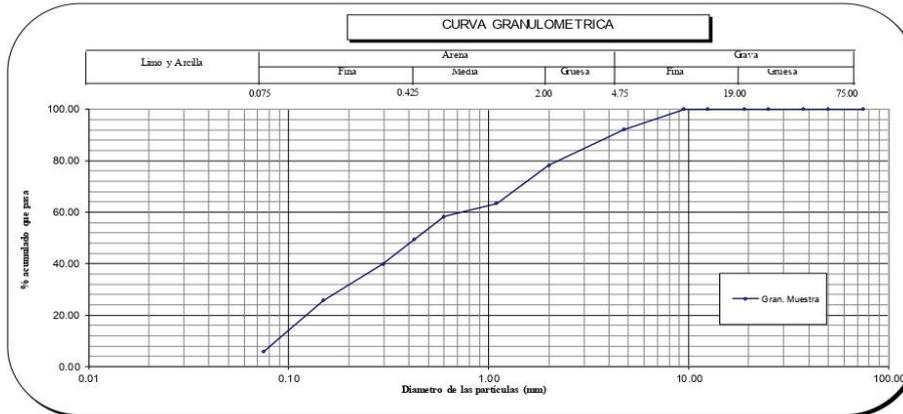
Jorge Alejandro Barraleros Villaverde  
ING. DE MATERIALES  
R.C.I.P. N° 197384



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C2- M1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

MALLASERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA M.P. 339.128 (99)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural	3.1
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO				
3"	75.000				100.00	<b>CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS</b>  Grava (%) Arena (%) 95.3 Finos (%) 4.6 D30 0.20 D60 1.06 D10 0.10 Cu 10.97 Cc 0.40  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> LL NP LP NP IP NP  <b>CLASIFICACION DE SUELOS</b> SUCS SM AASHTO A-1-a		
2"	50.000				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
Nº4	4.750	40.0	7.8	7.8	92.2			
Nº10	2.000	70.9	13.9	21.8	78.2			
Nº16	1.100	75.4	14.8	36.5	63.5			
Nº30	0.600	26.4	5.2	41.7	58.3			
Nº40	0.425	45.5	8.9	50.6	49.4			
Nº50	0.297	48.9	9.6	60.2	39.8			
Nº100	0.149	71.7	14.1	74.3	25.7			
Nº200	0.075	101.6	19.9	95.3	5.8			
< Nº200	Fondo	29.4	4.6	100.0				
Total		509.9	100.0					



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO

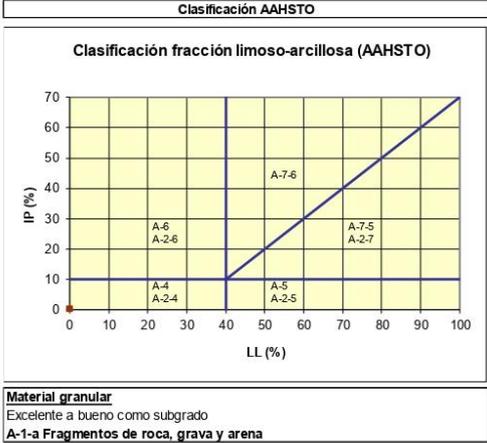


Jorge Alejandro Escribana Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384



### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	C2- M1
SOLICITANTE	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD



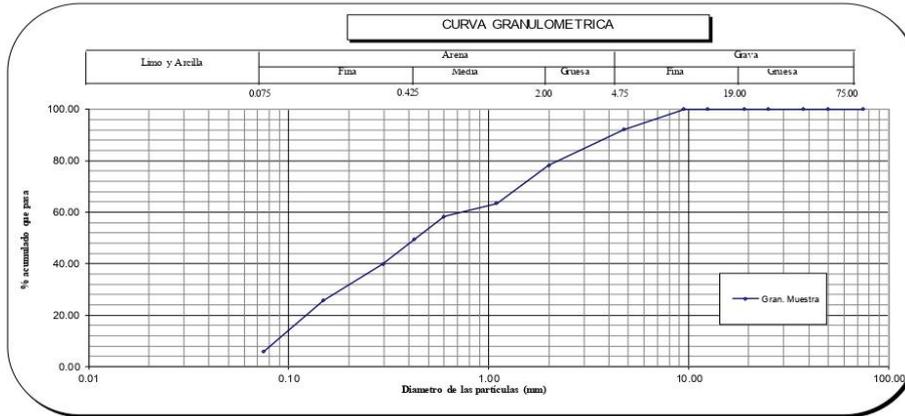
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C2- M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACION</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

MALLASERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA MTP. 339.128 (99)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural	3.2
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO				
3"	75.000				100.00	CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS		
2"	50.000				100.0	Grava (%)		
1 1/2"	37.500				100.0	Arena (%)		
1"	25.000				100.0	Finos(%)		
3/4"	19.000				100.0	D30	0.20	
1/2"	12.500				100.0	D60	1.06	
3/8"	9.500				100.0	D10	0.10	
N°4	4.750	40.0	7.8	7.8	92.2	Cu	10.97	
N°10	2.000	70.9	13.9	21.8	78.2	Cc	0.40	
N°16	1.100	75.4	14.8	36.5	63.5	LIMITES DE CONSISTENCIA		
N°30	0.600	26.4	5.2	41.7	58.3	LL	NP	
N°40	0.425	45.5	8.9	50.6	49.4	LP	NP	
N°50	0.297	48.9	9.6	60.2	39.8	IP	NP	
N°100	0.149	71.7	14.1	74.3	25.7	CLASIFICACION DE SUELOS		
N°200	0.075	101.6	19.9	94.2	5.8	SUCS	SP - SM	
< N°200	Fondo	29.4	5.8	100.0		AASHTO	A-1-b	
Total		509.9						



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO

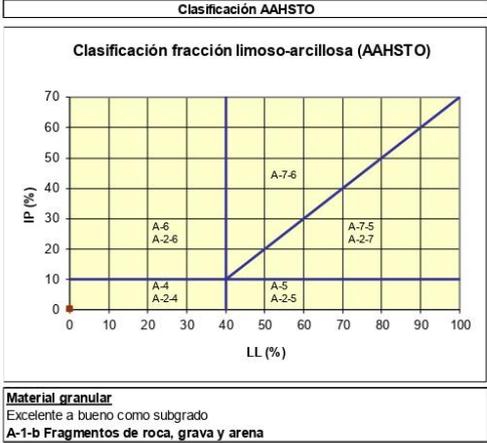


Jorge Alejandro Escribana Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384



### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	C2- M2
SOLICITANTE	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C3 - M1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA M.P. 339.128 (99)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural	3.4
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO				
3"	75.000				100.00			
2"	50.000				100.			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
N°4	4.750	37.9	7.5	7.5	92.5			
N°10	2.000	65.9	13.0	20.6	79.4			
N°16	1.100	78.8	15.6	36.2	63.8			
N°30	0.600	28.3	5.6	41.8	58.2			
N°40	0.425	42.7	8.4	50.2	49.8			
N°50	0.297	51.9	10.3	60.5	39.5			
N°100	0.149	73.4	14.5	75.0	25.0			
N°200	0.075	99.7	19.7	95.2	5.2			
< N°200	Fondo	26.5	4.8	100.0				
SM	Total	505.0	100.0					

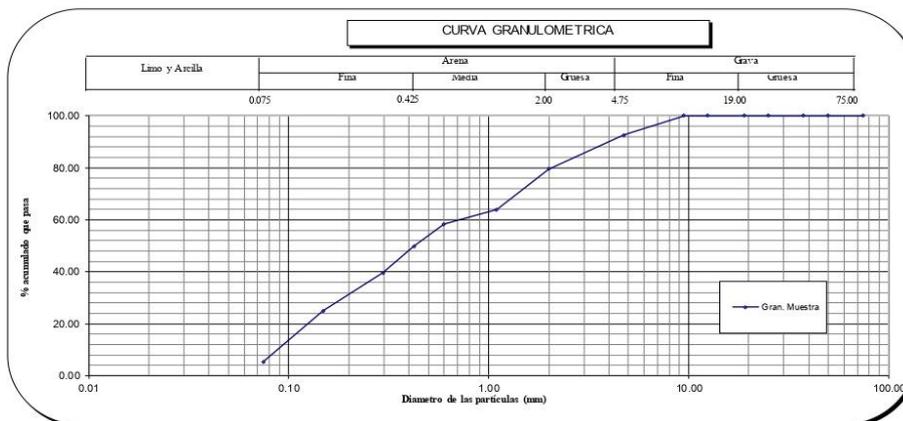
CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS		
Grava (%)		
Arena (%)	95.2	
Finos (%)	4.8	
D30	0.21	
D60	1.02	
D10	0.10	
Cu	10.26	
Cc	0.43	

LIMITES DE CONSISTENCIA		
LL	NP	
LP	NP	
IP	NP	

CLASIFICACION DE SUELOS		
SUCS		
AASHTO	A-1-a	



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO

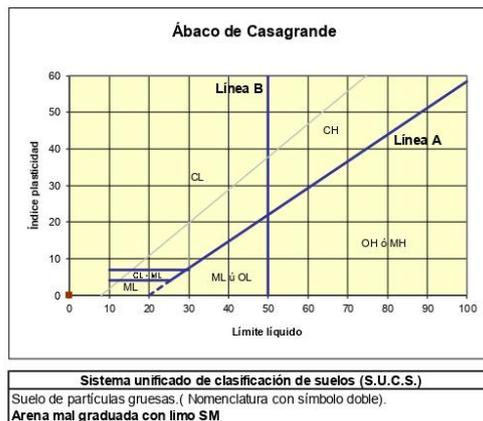
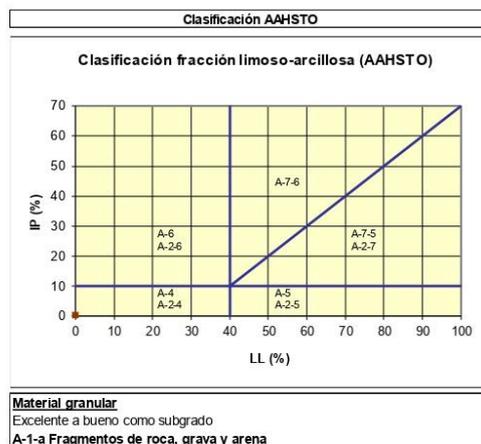


Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 CIP. N° 197384



### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZEN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	C3 - M1
SOLICITANTE	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



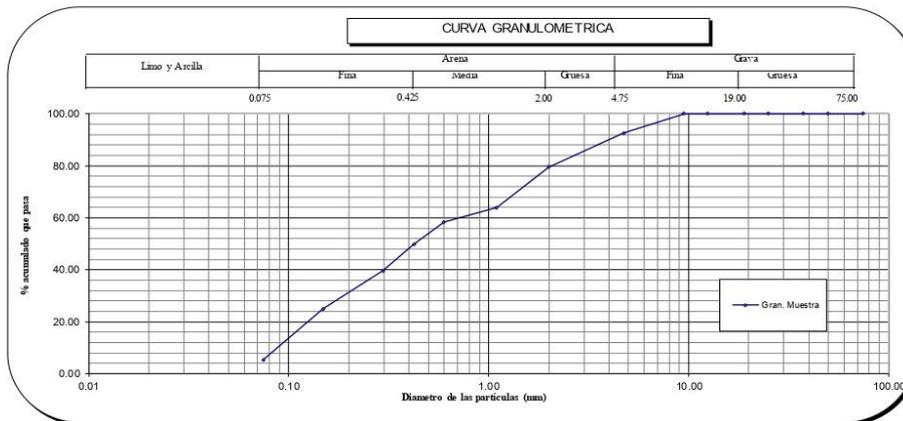
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C3 - M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA M.P. 339.128 (99)					OBSERVACIONES	Humedad natural	3.6
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA			
3"	75.000				100.00			
2"	50.000				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
N°4	4.750	37.9	7.5	7.5	92.5			
N°10	2.000	65.9	13.0	20.6	79.4			
N°16	1.100	78.8	15.6	36.2	63.8			
N°30	0.600	28.3	5.6	41.8	58.2			
N°40	0.425	42.7	8.4	50.2	49.8			
N°50	0.297	51.9	10.3	60.5	39.5			
N°100	0.149	73.4	14.5	75.0	25.0			
N°200	0.075	99.7	19.7	94.8	5.2			
< N°200	Fondo	26.5	5.2	100.0				
Total		505.0	100.0					

<b>CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS</b>		
<b>Grava (%)</b>		
<b>Arena (%)</b>	94.8	
<b>Finos (%)</b>	5.2	
D30	0.21	
D60	1.02	
D10	0.10	
Cu	10.26	
Cc	0.43	
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>		
LL	NP	
LP	NP	
IP	NP	
<b>CLASIFICACION DE SUELOS</b>		
SUCS	SP - SM	
AASHTO	A-1-b	



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO

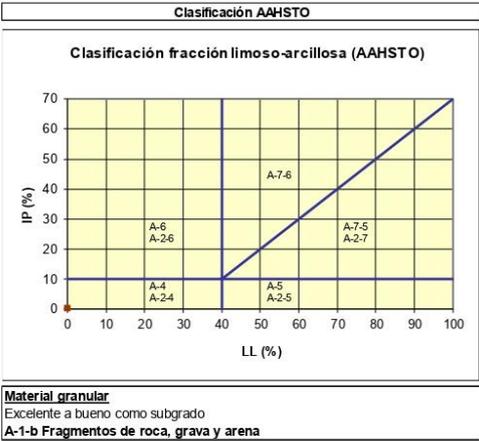


Jorge Alejandro Barraltes Villaseca  
 ING. DE MATERIALES  
 CIP. N° 197384



### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZEN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	C3 - M2
SOLICITANTE	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



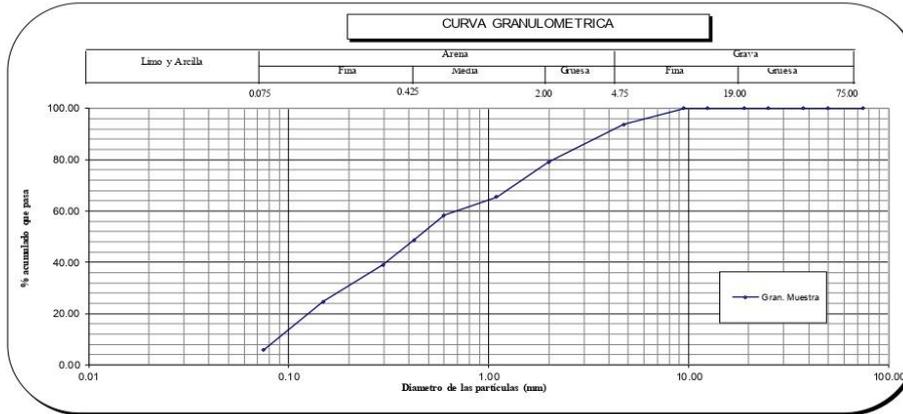
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C4 - M1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural	2.6
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO				
3"	75.000				100.00			
2"	50.000				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
N°4	4.750	32.0	6.3	6.3	93.7			
N°10	2.000	74.9	14.7	20.9	79.1			
N°16	1.100	69.3	13.6	34.5	65.5			
N°30	0.600	36.8	7.2	41.7	58.3			
N°40	0.425	48.9	9.6	51.3	48.7			
N°50	0.297	49.9	9.8	61.1	38.9			
N°100	0.149	72.9	14.3	75.4	24.6			
N°200	0.075	96.3	18.9	95.7	5.8			
< N°200	Fondo	29.4	4.3	100.0				
Total		510.4	100.0					

<b>CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS</b>		
Grava (%)		
Arena (%)	95.7	
Finos (%)	4.3	
D30	0.21	
D60	0.97	
D10	0.10	
Cu	9.93	
Cc	0.48	
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>		
LL	NP	
LP	NP	
IP	NP	
<b>CLASIFICACION DE SUELOS</b>		
SUCS	SM	
AASHTO	A-1-a	



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO

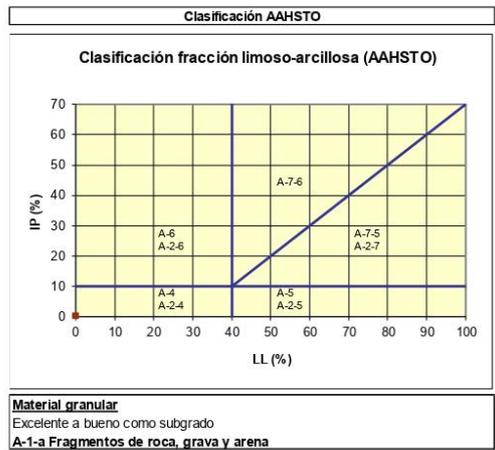


Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 CIP. N° 197384



### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	C4 - M1
SOLICITANTE	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD



Jorge Alejandro Espartero Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384



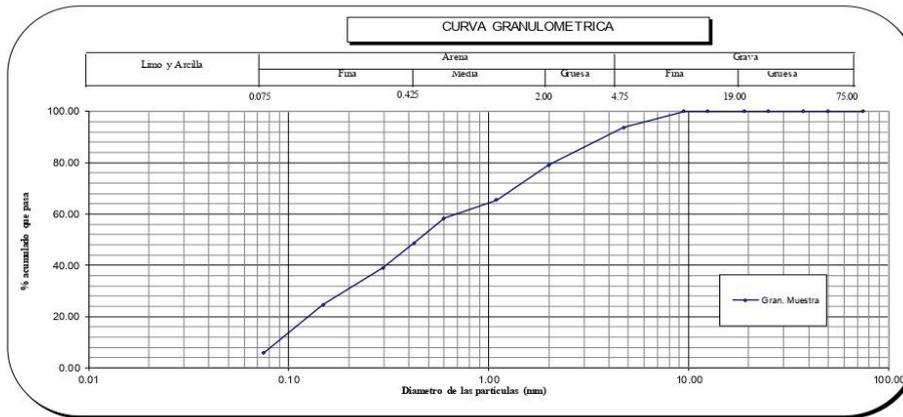
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C4 - M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA M.P. 339.128 (99)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural	2.7
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO				
3"	75.000				100.00			
2"	50.000				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
N°4	4.750	32.0	6.3	6.3	93.7			
N°10	2.000	74.9	14.7	20.9	79.1			
N°16	1.100	69.3	13.6	34.5	65.5			
N°30	0.600	36.8	7.2	41.7	58.3			
N°40	0.425	48.9	9.6	51.3	48.7			
N°50	0.297	49.9	9.8	61.1	38.9			
N°100	0.149	72.9	14.3	75.4	24.6			
N°200	0.075	96.3	18.9	94.2	5.8			
< N°200	Fondo	29.4	5.8	100.0				
Total		510.4						

<b>CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS</b>		
Grava (%)		
Arena (%)		94.2
Finos (%)		5.8
D30		0.21
D60		0.97
D10		0.10
Cu		9.93
Cc		0.48
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>		
LL		NP
LP		NP
IP		NP
<b>CLASIFICACION DE SUELOS</b>		
SUCS		SP - SM
AASHTO		A-1-b



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO

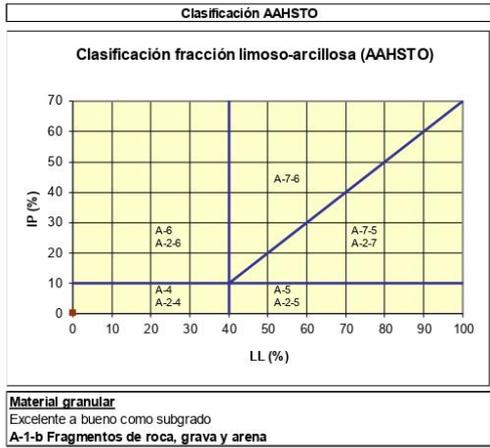


Jorge Alejandro Barrantes Villaverde  
 ING. DE MATERIALES  
 R.C.I.P. N° 197384



### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	C4 - M2
SOLICITANTE	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD



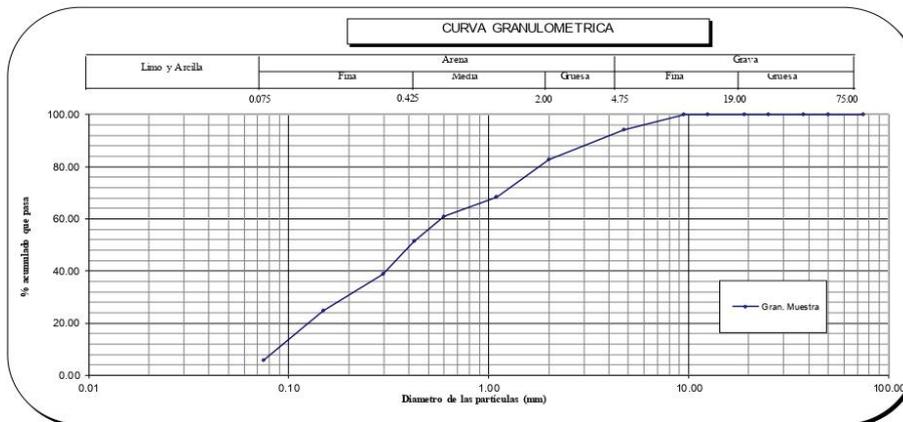
Jorge Alejandro Esquivel Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C5 - M1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural	2.9
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO				
3"	75.000				100.00	<b>CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS</b>  <b>Grava (%)</b> <b>Arena (%)</b> 95.8 <b>Finos (%)</b> 4.2 D30 0.21 D60 0.83 D10 0.10 Cu 8.47 Cc 0.53  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>  LL NP LP NP IP NP  <b>CLASIFICACION DE SUELOS</b>  SUCS AASHTO A-1-a		
2"	50.000				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
N°4	4.750	30.4	5.9	5.9	94.1			
N°10	2.000	58.9	11.4	17.3	82.7			
N°16	1.100	74.4	14.4	31.6	68.4			
N°30	0.600	38.7	7.5	39.1	60.9			
N°40	0.425	48.9	9.5	48.6	51.4			
N°50	0.297	65.4	12.6	61.2	38.8			
N°100	0.149	72.0	13.9	75.2	24.8			
N°200	0.075	99.0	19.1	95.8	5.7			
< N°200	Fondo	29.4	4.2	100.0				
SM	Total	517.2	100.0					



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO

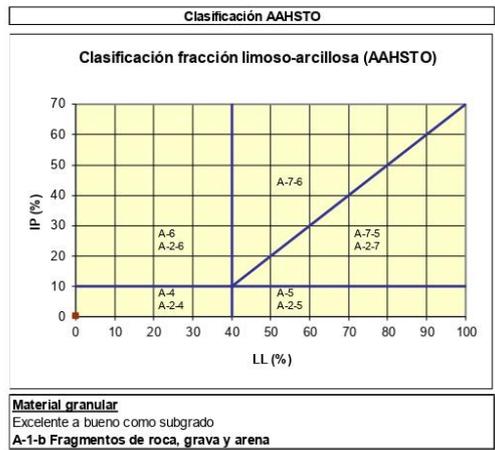


Jorge Alejandro Barraltes Villacava  
ING. DE MATERIALES  
R. S. P. N° 197384



### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	C5 - M1
SOLICITANTE	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD



Jorge Alejandro Barrantes Villavega  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197384



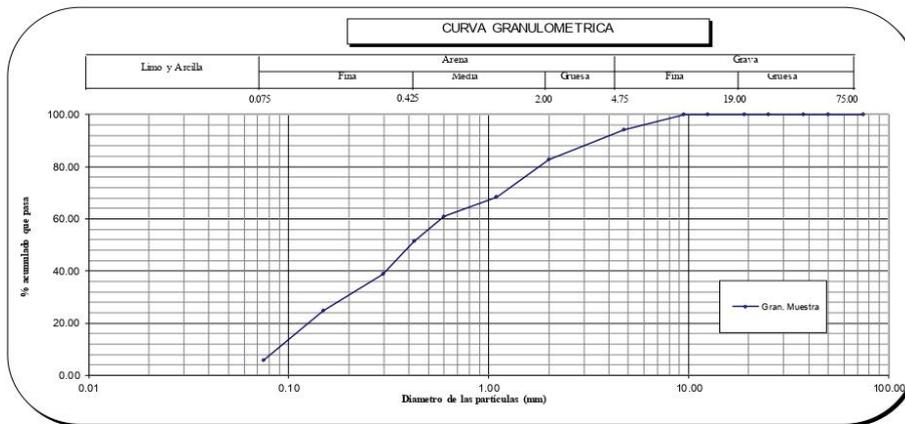
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C5 - M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA M.P. 339.128 (99)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural	2.8
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO				
3"	75.000				100.00			
2"	50.000				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
N°4	4.750	30.4	5.9	5.9	94.1			
N°10	2.000	58.9	11.4	17.3	82.7			
N°16	1.100	74.4	14.4	31.6	68.4			
N°30	0.600	38.7	7.5	39.1	60.9			
N°40	0.425	48.9	9.5	48.6	51.4			
N°50	0.297	65.4	12.6	61.2	38.8			
N°100	0.149	72.0	13.9	75.2	24.8			
N°200	0.075	99.0	19.1	94.3	5.7			
< N°200	Fondo	29.4	5.7	100.0				
Total		517.2	100.0					

CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
<b>Grava (%)</b>	
<b>Arena (%)</b>	94.3
<b>Finos (%)</b>	5.7
D30	0.21
D60	0.83
D10	0.10
Cu	8.47
Cc	0.53
LIMITES DE CONSISTENCIA	
LL	NP
LP	NP
IP	NP
CLASIFICACION DE SUELOS	
SUCS	SP - SM
AASHTO	A-1-b



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO

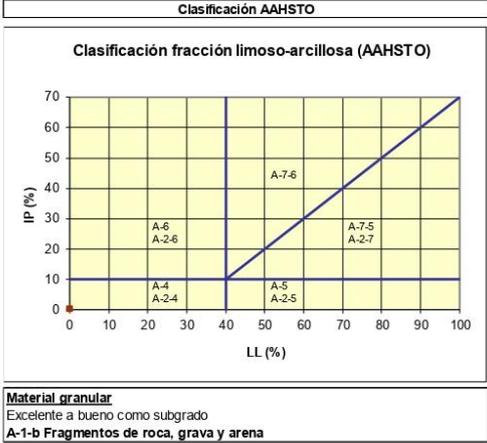


Jorge Alejandro Barrantes Vilcahuaza  
ING. DE MATERIALES  
R. C. P. N° 197384



### CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	C5 - M2
SOLICITANTE	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD



Jorge Alejandro Barrantes Villavega  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197384

## Anexo 20. Porcentaje de humedad del suelo de las calicatas C1, C2, C3, C4 y C5.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Materiales Cerámicos y Suelos

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022  
MUESTRA : C1 - M1  
SOLICITANTE : AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL  
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Recipiente	1	2	3
W suelo humedo + tara (g)	146.15	109.68	124.51
W suelo seco + tara (g)	143.01	108.45	122.47
W tara (g)	71.05	76.48	75.84
W agua (g)	3.14	1.23	2.04
W suelo seco (g)	71.96	31.97	46.63
Humedad (%)	3.9	3.8	3.9
Humedad (%)		3.9	

OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Alejandro Barraltes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
NPT 339.127

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022  
MUESTRA : C1- M2  
SOLICITANTE : AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL  
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Recipiente	1	2	3
W suelo humedo + tara (g)	146.15	109.68	124.51
W suelo seco + tara (g)	143.01	108.45	122.47
W tara (g)	71.05	76.48	75.84
W agua (g)	3.14	1.23	2.04
W suelo seco (g)	71.96	31.97	46.63
Humedad (%)	4.4	3.8	4.4
Humedad (%)		4.2	

OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Alejandro Barrios Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
NPT 339.127

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022  
MUESTRA : C2 - M2  
SOLICITANTE : AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL  
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Recipiente	1	2	3
W suelo humedo + tara (g)	158.12	146.15	136.94
W suelo seco + tara (g)	156.14	144.05	134.69
W tara (g)	89.45	78.04	71.41
W agua (g)	1.98	2.1	2.25
Wsuelo seco (g)	66.69	66.01	63.28
Humedad (%)	3.0	3.2	3.6
Humedad (%)		3.2	

OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Alejandro Espinosa Villamueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
NPT 339.127

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE,  
DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022  
MUESTRA : C3 - M1  
SOLICITANTE : AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL  
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Recipiente	1	2	3
W suelo humedo + tara (g)	145.65	139.64	148.45
W suelo seco + tara (g)	143.18	137.15	146.02
W tara (g)	75.84	71.05	71.41
W agua (g)	2.47	2.49	2.43
W suelo seco (g)	67.34	66.1	74.61
Humedad (%)	3.4	3.7	3.1
Humedad (%)		3.4	

OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



  
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
NPT 339.127

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022  
MUESTRA : C3 - M2  
SOLICITANTE : AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL  
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Recipiente	1	2	3
W suelo humedo + tara (g)	145.65	139.64	148.45
W suelo seco + tara (g)	143.18	137.15	146.02
W tara (g)	75.84	71.05	71.41
W agua (g)	2.47	2.49	2.43
W suelo seco (g)	67.34	66.1	74.61
Humedad (%)	3.7	3.8	3.3
Humedad (%)		3.6	

OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



*[Signature]*  
Jorge Alejandro Esquivel Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
NPT 339.127

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022  
MUESTRA : C4 - M1  
SOLICITANTE : AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL  
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Recipiente	1	2	3
W suelo humedo + tara (g)	152.08	152.04	166.11
W suelo seco + tara (g)	149.98	149.95	164.05
W tara (g)	78.45	71.05	78.41
W agua (g)	2.1	2.09	2.06
Wsuelo seco (g)	71.53	78.9	85.64
Humedad (%)	2.7	2.6	2.4
Humedad (%)		2.6	

OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Alejandro Eserranos Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
NPT 339.127

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022  
MUESTRA : C4 - M2  
SOLICITANTE : AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL  
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Recipiente	1	2	3
W suelo humedo + tara (g)	152.08	152.04	166.11
W suelo seco + tara (g)	149.98	149.95	164.05
W tara (g)	78.45	71.05	78.41
W agua (g)	2.1	2.09	2.06
W suelo seco (g)	71.53	78.9	85.64
Humedad (%)	2.9	2.6	2.4
Humedad (%)		2.7	

OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Alejandro Eserranos Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
NPT 339.127

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022  
MUESTRA : C5 - M1  
SOLICITANTE : AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL  
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Recipiente	1	2	3
W suelo humedo + tara (g)	164.15	141.14	166.11
W suelo seco + tara (g)	161.97	138.96	164.05
W tara (g)	87.45	69.85	78.41
W agua (g)	2.18	2.18	2.06
W suelo seco (g)	74.52	69.11	85.64
Humedad (%)	2.9	3.2	2.6
Humedad (%)	2.9		

OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Augusto Barrantes Vilcaespe  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
NPT 339.127

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022  
MUESTRA : C5 - M2  
SOLICITANTE : AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL  
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Recipiente	1	2	3
W suelo humedo + tara (g)	164.15	141.14	166.11
W suelo seco + tara (g)	161.97	138.96	164.05
W tara (g)	87.45	69.85	78.41
W agua (g)	2.18	2.18	2.06
W suelo seco (g)	74.52	69.11	85.64
Humedad (%)	2.9	3.2	2.4
Humedad (%)		2.8	

OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Augusto Barrantes Vilcaespe  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384

# Anexo 21. Límites de Atterberg del suelo de las calicatas C1, C2, C3, C4 y C5.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Materiales Cerámicos y Suelos

## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C1 - M1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W <sub>h</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

### LÍMITE LÍQUIDO

1	NP						
2	NP						
3	NP						

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

### LÍMITE PLÁSTICO

1	NP	NP	NP	NP	NP	NP
2	NP	NP	NP	NP	NP	NP
3	NP	NP	NP	NP	NP	NP



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIAS AL LABORATORIO EN *Mab*  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Alejandro Barrientos Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
E.CIP. N° 197384



## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C1- M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W <sub>h</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

**LÍMITE LÍQUIDO**

1	NP						
2	NP						
3	NP						

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

**LÍMITE PLÁSTICO**

1	NP	NP	NP	NP	NP	NP
2	NP	NP	NP	NP	NP	NP
3	NP	NP	NP	NP	NP	NP



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIIDAS AL LABORATORIO EN *Mab*  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Alejandro Barrientos Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 E.CIP. N° 197384



## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C2 - M1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W <sub>l</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

**LÍMITE LÍQUIDO**

1	NP						
2	NP						
3	NP						

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

**LÍMITE PLÁSTICO**

1	NP	NP	NP	NP	NP	NP
2	NP	NP	NP	NP	NP	NP
3	NP	NP	NP	NP	NP	NP



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIIDAS AL LABORATORIO EN Mdb  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384



## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C2- M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W <sub>h</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

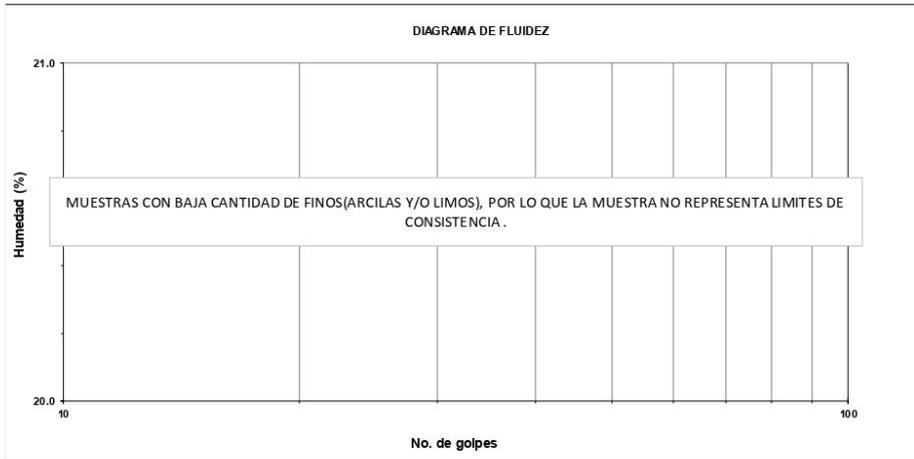
**LÍMITE LÍQUIDO**

1	NP						
2	NP						
3	NP						

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

**LÍMITE PLÁSTICO**

1	NP	NP	NP	NP	NP	NP
2	NP	NP	NP	NP	NP	NP
3	NP	NP	NP	NP	NP	NP



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIAS AL LABORATORIO EN MAb  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Alejandro Barrallos Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 197384



## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C3 - M1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W <sub>l</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

LÍMITE LÍQUIDO							
1	NP						
2	NP						
3	NP						

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO							
1	NP						
2	NP						
3	NP						



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN Mdb  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Alejandro Barrientos Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R.C.P. N° 197384



## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C3 - M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W <sub>h</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

**LÍMITE LÍQUIDO**

1	NP						
2	NP						
3	NP						

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

**LÍMITE PLÁSTICO**

1	NP	NP	NP	NP	NP	NP
2	NP	NP	NP	NP	NP	NP
3	NP	NP	NP	NP	NP	NP



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Alejandro Espantados Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R.C.P. N° 197384



## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C4 - M1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W <sub>l</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

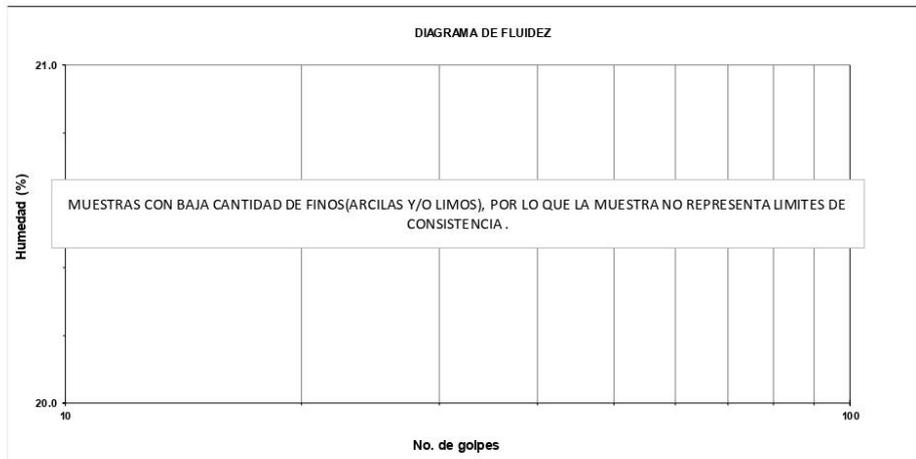
**LÍMITE LÍQUIDO**

1	NP						
2	NP						
3	NP						

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

**LÍMITE PLÁSTICO**

1	NP	NP	NP	NP	NP	NP
2	NP	NP	NP	NP	NP	NP
3	NP	NP	NP	NP	NP	NP



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAIIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Alejandro Esmeraldas Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R.C.P. N° 197384



## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C4 - M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W <sub>l</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

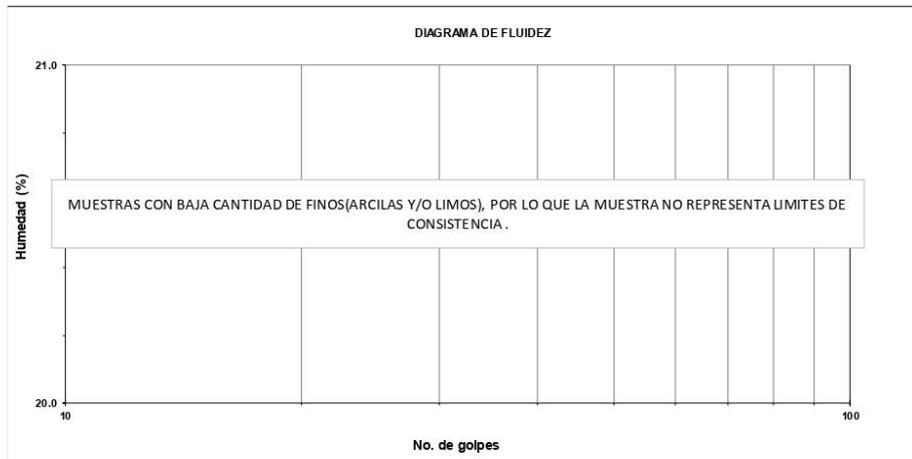
**LÍMITE LÍQUIDO**

1	NP						
2	NP						
3	NP						

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

**LÍMITE PLÁSTICO**

1	NP	NP	NP	NP	NP	NP
2	NP	NP	NP	NP	NP	NP
3	NP	NP	NP	NP	NP	NP



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRIDAS AL LABORATORIO EN Mab  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



Jorge Alejandro Esmeraldas Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 R.C.P. N° 197384



## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C5 - M1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W <sub>h</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

**LÍMITE LÍQUIDO**

1	NP						
2	NP						
3	NP						

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

**LÍMITE PLÁSTICO**

1	NP	NP	NP	NP	NP	NP
2	NP	NP	NP	NP	NP	NP
3	NP	NP	NP	NP	NP	NP



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN MAb  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



*Jorge Alejandro Barrientos Viscaranda*  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA DE CASCARAS DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C5 - M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS / RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	CENTRO POBLADO DE CONACHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W <sub>h</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

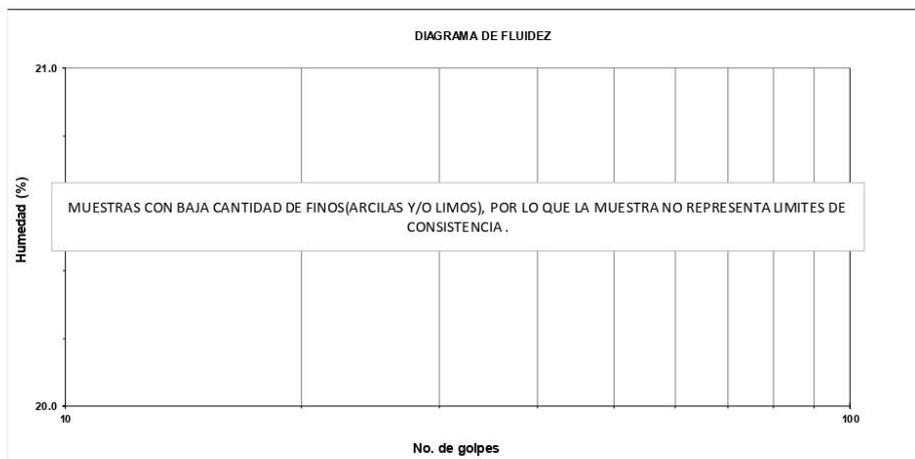
### LÍMITE LÍQUIDO

1	NP						
2	NP						
3	NP						

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

### LÍMITE PLÁSTICO

1	NP	NP	NP	NP	NP	NP
2	NP	NP	NP	NP	NP	NP
3	NP	NP	NP	NP	NP	NP



**OBSERVACIONES:** MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN MAb  
MUESTRA ALTERADA DE ARENAS CON POCOS FINOS  
MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO



*Jorge Alejandro Barrientos Viscaranda*  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384

## Anexo 22. Peso específico del suelo de las calicatas C1, C2, C3, C4 y C5.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Materiales Cerámicos y Suelos

### ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO (NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: C1 - M1
<b>RESPONSABLES</b>	: AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

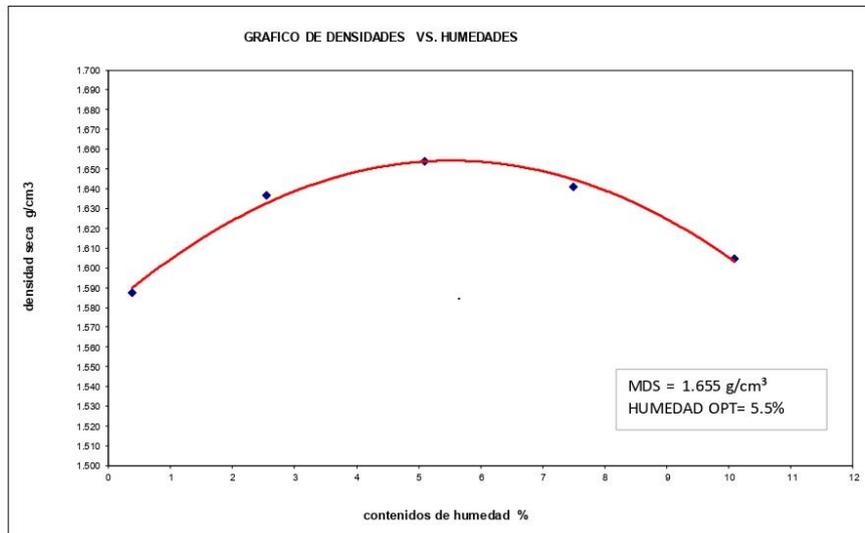
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

#### DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5058.74	5138.11	5194.65	5219.14	5221.55
Peso del suelo húmedo	g	1498.74	1578.11	1634.65	1659.14	1661.55
Humedad calculada	%	0.38	2.54	5.10	7.50	10.09
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.594	1.678	1.738	1.764	1.767
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.588	1.636	1.654	1.641	1.605

#### Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	138.96	155.27	149.63	169.63	121.38	169.8	123.6	143.8	135.89	130.57
Rec + suelo seco	g	138.7	155.00	147.6	167.42	118.22	164.7	119.61	138.8	129.3	123.8
Peso del recipiente	g	75.49	78.52	66.79	81.53	56.87	63.84	66.87	71.53	63.25	57.49
Peso del suelo seco	g	63.21	76.48	80.81	85.89	61.35	100.86	52.74	67.27	66.05	66.31
Peso del agua	g	0.26	0.27	2.03	2.21	3.16	5.10	3.99	5.00	6.59	6.77
Contenido de Humedad	%	0.41	0.35	2.51	2.57	5.15	5.06	7.57	7.43	9.98	10.21
Humedad promedio	%	0.38		2.54		5.10		7.50		10.09	





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: C1 - M2
<b>RESPONSABLES</b>	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

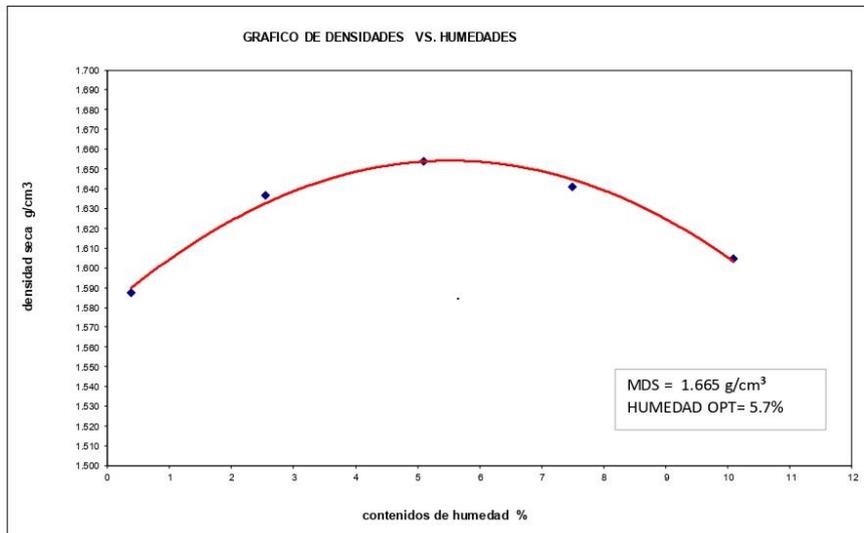
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5058.74	5138.11	5194.65	5219.14	5221.55
Peso del suelo húmedo	g	1498.74	1578.11	1634.65	1659.14	1661.55
Humedad calculada	%	0.38	2.54	5.10	7.50	10.09
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.594	1.678	1.738	1.764	1.767
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.588	1.636	1.654	1.641	1.605

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	138.96	155.27	149.63	169.63	121.38	169.8	123.6	143.8	135.89	130.57
Rec + suelo seco	g	138.7	155.00	147.6	167.42	118.22	164.7	119.61	138.8	129.3	123.8
Peso del recipiente	g	75.49	78.52	66.79	81.53	56.87	63.84	66.87	71.53	63.25	57.49
Peso del suelo seco	g	63.21	76.48	80.81	85.89	61.35	100.86	52.74	67.27	66.05	66.31
Peso del agua	g	0.26	0.27	2.03	2.21	3.16	5.10	3.99	5.00	6.59	6.77
Contenido de Humedad	%	0.41	0.35	2.51	2.57	5.15	5.06	7.57	7.43	9.98	10.21
Humedad promedio	%	0.38		2.54		5.10		7.50		10.09	





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: C2 - M1
<b>RESPONSABLES</b>	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

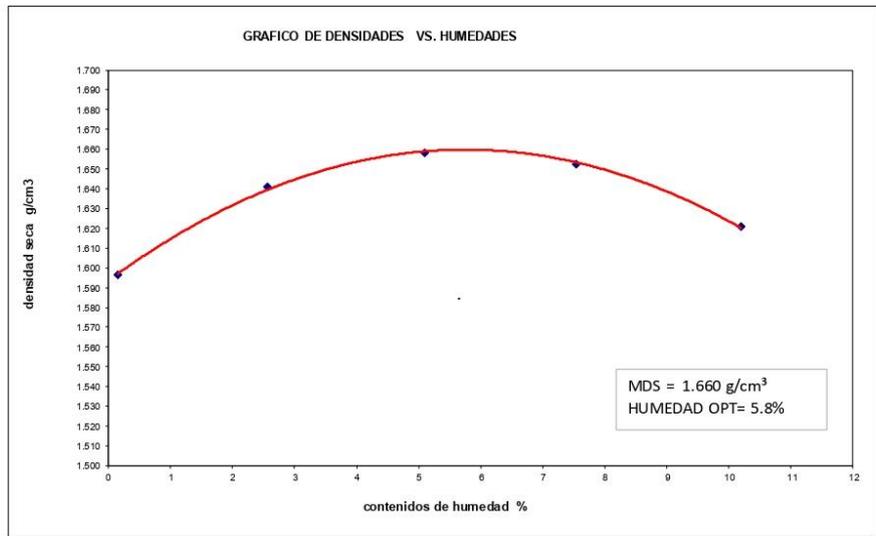
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5063.55	5142.88	5198.99	5231.14	5239.55
Peso del suelo húmedo	g	1503.55	1582.88	1638.99	1671.14	1679.55
Humedad calculada	%	0.15	2.56	5.09	7.54	10.20
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.599	1.683	1.743	1.777	1.786
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.596	1.641	1.658	1.652	1.621

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	159.89	122.54	138.46	134.78	136.84	154.11	131.23	157.43	149.86	141.26
Rec + suelo seco	g	159.77	122.44	136.71	133.01	132.72	150.7	127	152.41	143.4	134.7
Peso del recipiente	g	89.45	50.00	67.21	65	52.41	83.21	70.5	86.32	80	70.45
Peso del suelo seco	g	70.32	72.44	69.50	68.01	80.31	67.49	56.50	66.09	63.40	64.25
Peso del agua	g	0.12	0.10	1.75	1.77	4.12	3.41	4.23	5.02	6.46	6.56
Contenido de Humedad	%	0.17	0.14	2.52	2.60	5.13	5.05	7.49	7.60	10.19	10.21
Humedad promedio	%	0.15		2.56		5.09		7.54		10.20	





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: C2 - M2
<b>RESPONSABLES</b>	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

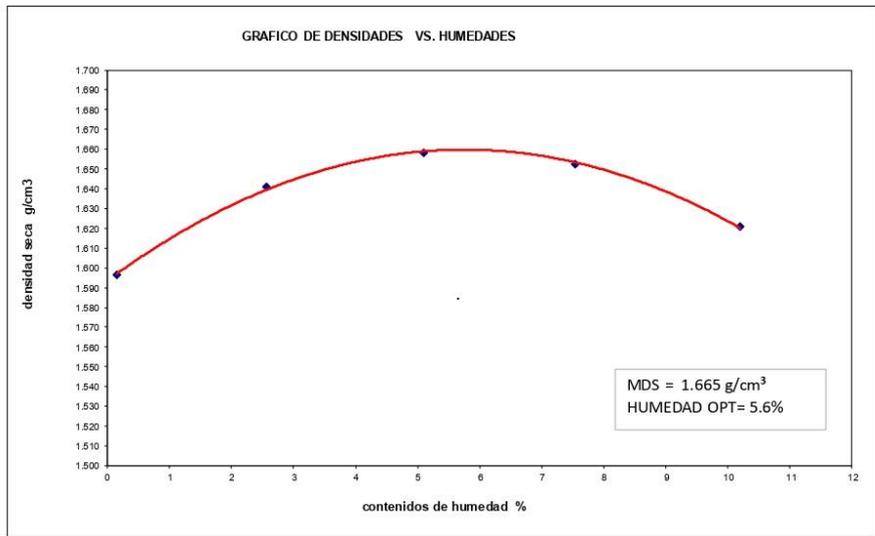
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5063.55	5142.88	5198.99	5231.14	5239.55
Peso del suelo húmedo	g	1503.55	1582.88	1638.99	1671.14	1679.55
Humedad calculada	%	0.15	2.56	5.09	7.54	10.20
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.599	1.683	1.743	1.777	1.786
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.596	1.641	1.658	1.652	1.621

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	159.89	122.54	138.46	134.78	136.84	154.11	131.23	157.43	149.86	141.26
Rec + suelo seco	g	159.77	122.44	136.71	133.01	132.72	150.7	127	152.41	143.4	134.7
Peso del recipiente	g	89.45	50.00	67.21	65	52.41	83.21	70.5	86.32	80	70.45
Peso del suelo seco	g	70.32	72.44	69.50	68.01	80.31	67.49	56.50	66.09	63.40	64.25
Peso del agua	g	0.12	0.10	1.75	1.77	4.12	3.41	4.23	5.02	6.46	6.56
Contenido de Humedad	%	0.17	0.14	2.52	2.60	5.13	5.05	7.49	7.60	10.19	10.21
Humedad promedio	%	0.15		2.56		5.09		7.54		10.20	



José Antonio Barrios Villanueva  
 Ingeniero de Materiales  
 INGE. CIP. N° 187384





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: C3 - M1
<b>RESPONSABLES</b>	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

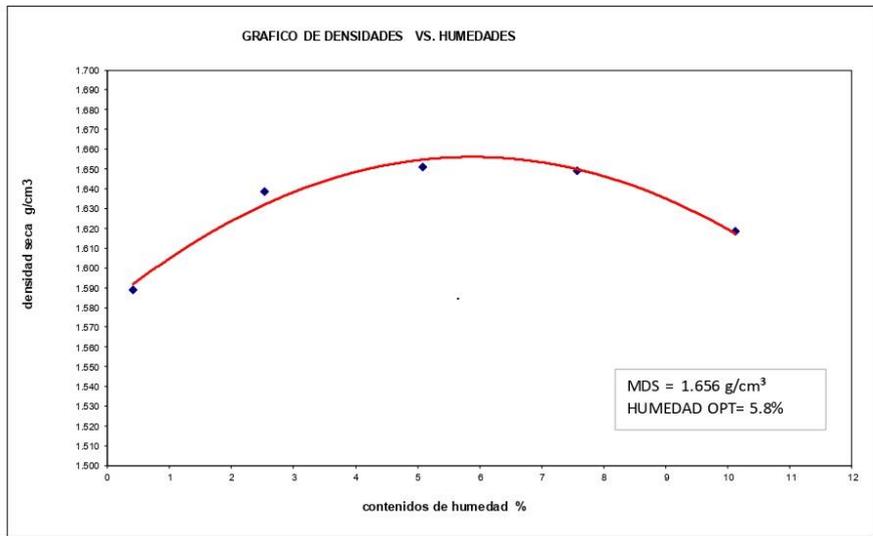
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5060.32	5139.65	5191.78	5227.89	5235.98
Peso del suelo húmedo	g	1500.32	1579.65	1631.78	1667.89	1675.98
Humedad calculada	%	0.41	2.52	5.09	7.56	10.12
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.595	1.680	1.735	1.774	1.782
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.589	1.638	1.651	1.649	1.618

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	125.48	136.74	135.83	143.55	137.99	129.84	120.99	135.62	142.55	127.48
Rec + suelo seco	g	125.11	136.52	134.12	141.8	134.62	126.4	116.2	130.62	136	121
Peso del recipiente	g	53.56	65.96	66.35	72.49	68.78	58.41	52.63	64.77	71.49	56.78
Peso del suelo seco	g	71.55	70.56	67.77	69.31	65.84	67.99	63.57	65.85	64.51	64.22
Peso del agua	g	0.37	0.22	1.71	1.75	3.37	3.44	4.79	5.00	6.55	6.48
Contenido de Humedad	%	0.52	0.31	2.52	2.52	5.12	5.06	7.54	7.59	10.15	10.09
Humedad promedio	%	0.41		2.52		5.09		7.56		10.12	



Jorge Alejandro Barrios Villanueva  
 INGENIERO DE MATERIALES  
 CIP N° 107384



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C3 - M2
<b>RESPONSABLES</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

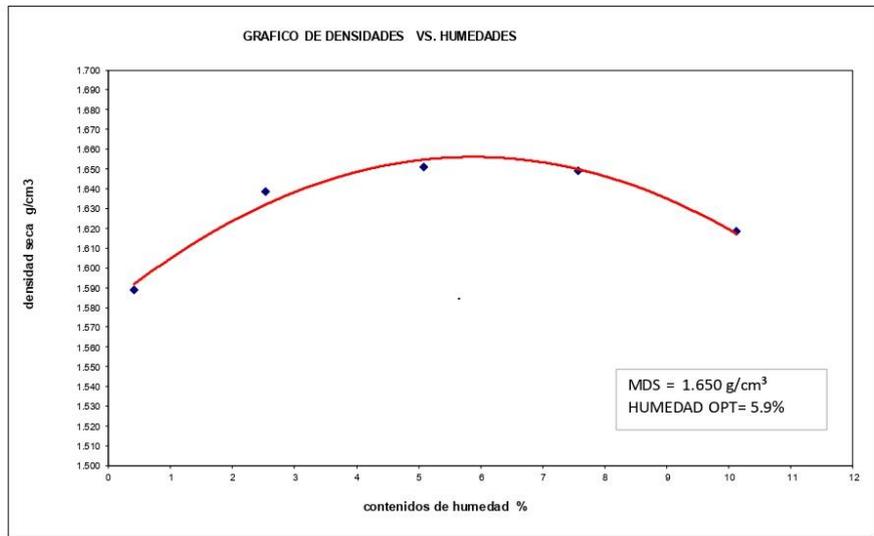
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5060.32	5139.65	5191.78	5227.89	5235.98
Peso del suelo húmedo	g	1500.32	1579.65	1631.78	1667.89	1675.98
Humedad calculada	%	0.41	2.52	5.09	7.56	10.12
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.595	1.680	1.735	1.774	1.782
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.589	1.638	1.651	1.649	1.618

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	125.48	136.74	135.83	143.55	137.99	129.84	120.99	135.62	142.55	127.48
Rec + suelo seco	g	125.11	136.52	134.12	141.8	134.62	126.4	116.2	130.62	136	121
Peso del recipiente	g	53.56	65.96	66.35	72.49	68.78	58.41	52.63	64.77	71.49	56.78
Peso del suelo seco	g	71.55	70.56	67.77	69.31	65.84	67.99	63.57	65.85	64.51	64.22
Peso del agua	g	0.37	0.22	1.71	1.75	3.37	3.44	4.79	5.00	6.55	6.48
Contenido de Humedad	%	0.52	0.31	2.52	2.52	5.12	5.06	7.54	7.59	10.15	10.09
Humedad promedio	%	0.41		2.52		5.09		7.56		10.12	





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C4 - M1
<b>RESPONSABLES</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

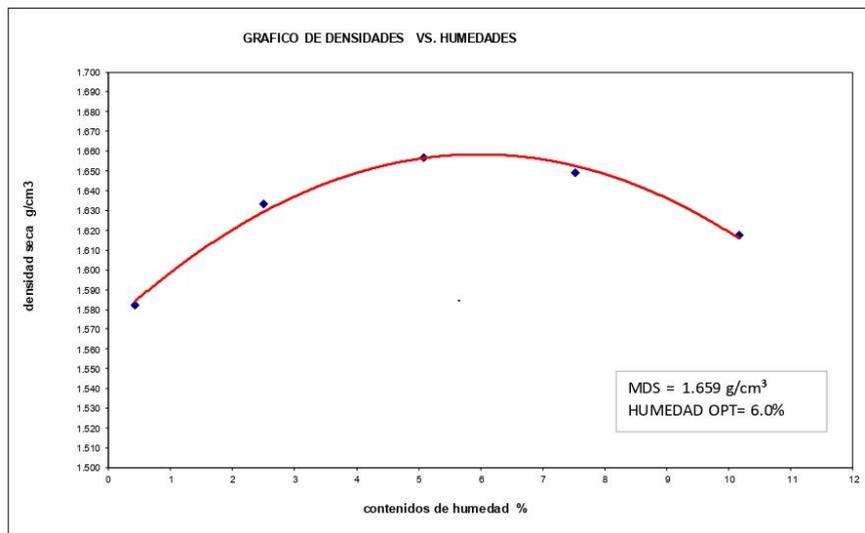
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5054.23	5134.39	5196.99	5227.68	5235.66
Peso del suelo húmedo	g	1494.23	1574.39	1636.99	1667.68	1675.66
Humedad calculada	%	0.43	2.51	5.08	7.52	10.16
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.589	1.674	1.741	1.773	1.782
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.582	1.633	1.657	1.649	1.617

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	129.46	133.49	143.87	135.98	133.65	134.77	141.37	125.19	128.24	131.42
Rec + suelo seco	g	129.22	133.12	142.2	134.26	130.3	131.33	136.49	120.4	121.8	125.1
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	70.48	70.77	67.31	67.88	66.18	67.46	65.03	63.55	63.84	61.73
Peso del agua	g	0.24	0.37	1.67	1.72	3.35	3.44	4.88	4.79	6.44	6.32
Contenido de Humedad	%	0.34	0.52	2.48	2.53	5.06	5.10	7.50	7.54	10.09	10.24
Humedad promedio	%	0.43		2.51		5.08		7.52		10.16	





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: C4 - M2
<b>RESPONSABLES</b>	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

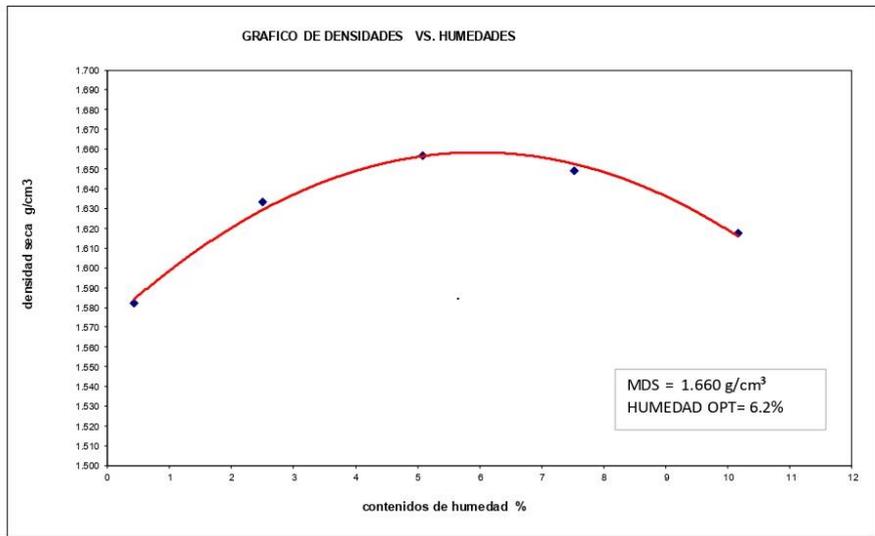
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5054.23	5134.39	5196.99	5227.68	5235.66
Peso del suelo húmedo	g	1494.23	1574.39	1636.99	1667.68	1675.66
Humedad calculada	%	0.43	2.51	5.08	7.52	10.16
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.589	1.674	1.741	1.773	1.782
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.582	1.633	1.657	1.649	1.617

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	129.46	133.49	143.87	135.98	133.65	134.77	141.37	125.19	128.24	131.42
Rec + suelo seco	g	129.22	133.12	142.2	134.26	130.3	131.33	136.49	120.4	121.8	125.1
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	70.48	70.77	67.31	67.88	66.18	67.46	65.03	63.55	63.84	61.73
Peso del agua	g	0.24	0.37	1.67	1.72	3.35	3.44	4.88	4.79	6.44	6.32
Contenido de Humedad	%	0.34	0.52	2.48	2.53	5.06	5.10	7.50	7.54	10.09	10.24
Humedad promedio	%	0.43		2.51		5.08		7.52		10.16	





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C5 - M1
<b>RESPONSABLES</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

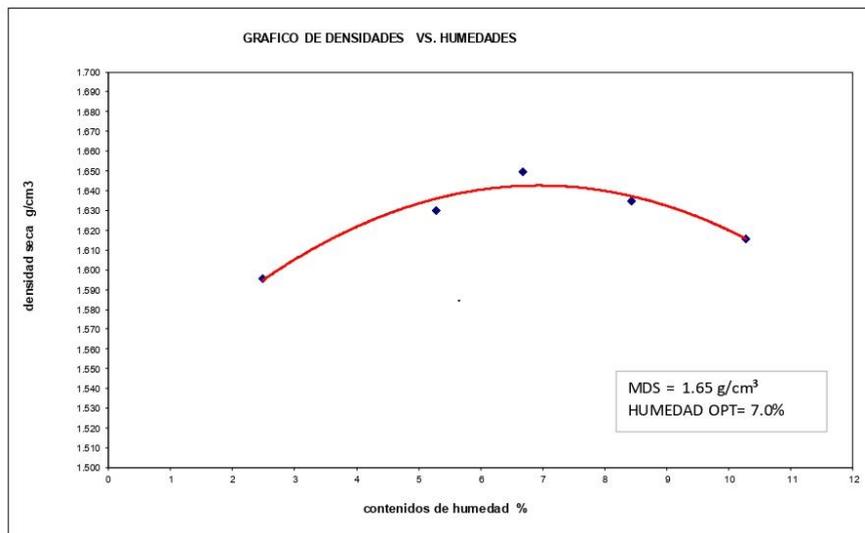
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5098.00	5174.00	5215.00	5227.00	5235.66
Peso del suelo húmedo	g	1538.00	1614.00	1655.00	1667.00	1675.66
Humedad calculada	%	2.49	5.28	6.68	8.43	10.28
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.635	1.716	1.760	1.773	1.782
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.596	1.630	1.650	1.635	1.616

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	151	150.2	149.6	151.4	154.2	153.8	159.3	165.84	175.84	
Rec + suelo seco	g	148.7	148.5	147.1	146.3	146.74	149.24	147.3	153.47	159.54	168
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	75.45	76.48	70.25	84.25	99.56	90
Peso del suelo seco	g	82.66	77.54	61.62	63.30	71.29	72.76	77.05	69.22	59.98	78.00
Peso del agua	g	2.30	1.70	3.30	3.30	4.66	4.96	6.50	5.83	6.30	7.84
Contenido de Humedad	%	2.78	2.19	5.36	5.21	6.54	6.82	8.44	8.42	10.50	10.05
Humedad promedio	%	2.49		5.28		6.68		8.43		10.28	



Jorge Rodríguez Barreto / Ingeniero de Materiales / INE CIP N° 197384



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C5 - M2
<b>RESPONSABLES</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

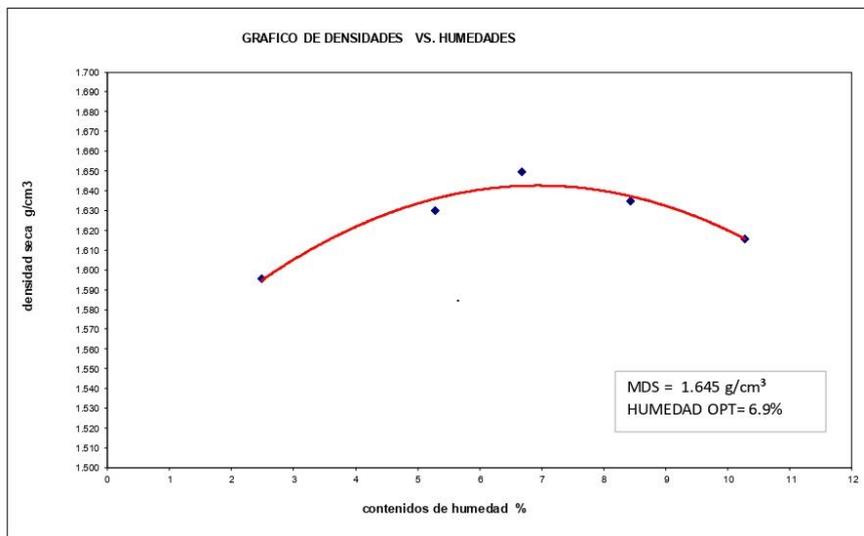
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5098.00	5174.00	5215.00	5227.00	5235.66
Peso del suelo húmedo	g	1538.00	1614.00	1655.00	1667.00	1675.66
Humedad calculada	%	2.49	5.28	6.68	8.43	10.28
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.635	1.716	1.760	1.773	1.782
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.596	1.630	1.650	1.635	1.616

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	151	150.2	150.4	149.6	151.4	154.2	153.8	159.3	165.84	175.84
Rec + suelo seco	g	148.7	148.5	147.1	146.3	146.74	149.24	147.3	153.47	159.54	168
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	75.45	76.48	70.25	84.25	99.56	90
Peso del suelo seco	g	82.66	77.54	61.62	63.30	71.29	72.76	77.05	69.22	59.98	78.00
Peso del agua	g	2.30	1.70	3.30	3.30	4.66	4.96	6.50	5.83	6.30	7.84
Contenido de Humedad	%	2.78	2.19	5.36	5.21	6.54	6.82	8.44	8.42	10.50	10.05
Humedad promedio	%	2.49		5.28		6.68		8.43		10.28	



## Anexo 23. Ensayo de CBR del suelo de las calicatas C1, C2, C3, C4 y C5.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Materiales Cerámicos y Suelos

### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
MUESTRA	:	C1 - M1
SOLICITANTE	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
UBICACIÓN	:	LAREDO - LA LIBERTAD

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11145	11474	11783
Peso suelo húmedo (g)	3218	3539	3862
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.52	1.67	1.82
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.44	1.58	1.72
Contenido de humedad(%)	5.52	5.50	5.49

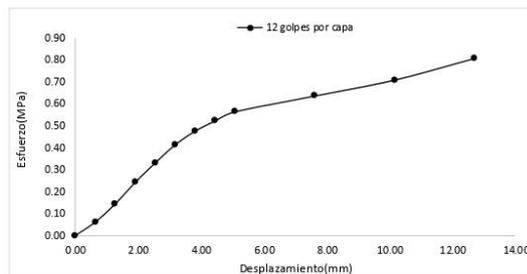
#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	108.55	100.78	108.10
Rec + suelo seco g	106.67	99.14	105.42
Peso del recipiente g	72.53	69.53	56.78
Peso del suelo seco g	34.14	29.61	48.64
Peso del agua g	1.88	1.64	2.09
Contenido de Humedad %	5.51	5.54	5.51
Humedad promedio %	5.52	5.50	5.49

#### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.12	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.28	0.001932	0.14
0.075	1.91	0.47	0.001932	0.24
0.100	2.54	0.64	0.001932	0.33
0.125	3.18	0.80	0.001932	0.41
0.150	3.81	0.92	0.001932	0.48
0.175	4.45	1.01	0.001932	0.52
0.200	5.08	1.09	0.001932	0.56
0.300	7.62	1.23	0.001932	0.64
0.400	10.16	1.37	0.001932	0.71
0.500	12.70	1.56	0.001932	0.81

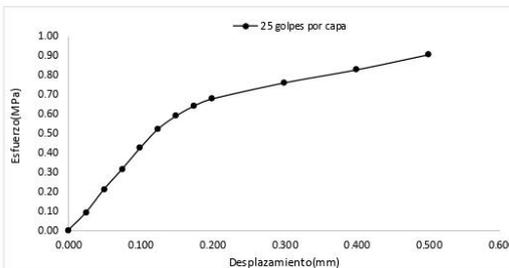


Jorge Alejandro Barrios Villanava  
ING. DE MATERIALES  
E.C.P. N° 197384



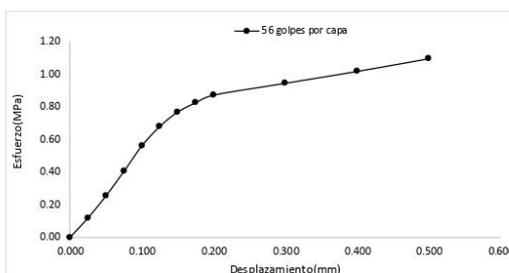
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.18	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.41	0.001932	0.21
0.075	1.91	0.61	0.001932	0.32
0.100	2.54	0.82	0.001932	0.42
0.125	3.18	1.01	0.001932	0.52
0.150	3.81	1.14	0.001932	0.59
0.175	4.45	1.24	0.001932	0.64
0.200	5.08	1.31	0.001932	0.68
0.300	7.62	1.47	0.001932	0.76
0.400	10.16	1.6	0.001932	0.83
0.500	12.70	1.75	0.001932	0.91

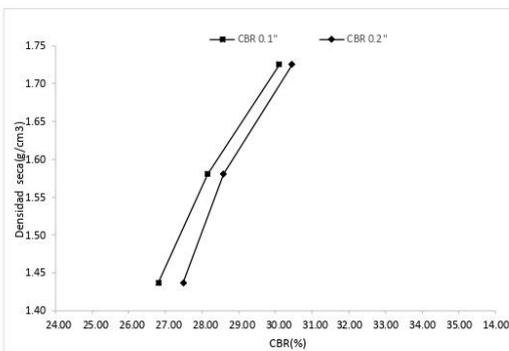


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.23	0.001932	0.12
0.050	1.27	0.49	0.001932	0.25
0.075	1.91	0.78	0.001932	0.40
0.100	2.54	1.08	0.001932	0.56
0.125	3.18	1.31	0.001932	0.68
0.150	3.81	1.48	0.001932	0.77
0.175	4.45	1.59	0.001932	0.82
0.200	5.08	1.68	0.001932	0.87
0.300	7.62	1.82	0.001932	0.94
0.400	10.16	1.96	0.001932	1.01
0.500	12.70	2.11	0.001932	1.09



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.33	6.9	4.80
12	0.2	0.56	10.3	5.48
25	0.1	0.42	6.9	6.15
25	0.2	0.68	10.3	6.58
56	0.1	0.56	6.9	8.10
56	0.2	0.87	10.3	8.44



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.44	4.80	5.48
25	1.58	6.15	6.58
56	1.72	8.10	8.44

M.D.S	1655	g/cm3
95%(M.D.S)	1.57	g/cm3
CBR AL 95% MDS	29	%
CBR AL 100% MDS	31	%



Jorge Alejandro Barrientos Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C1 - M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	LAREDO - LA LIBERTAD

### DATOS DEL ENSAYO

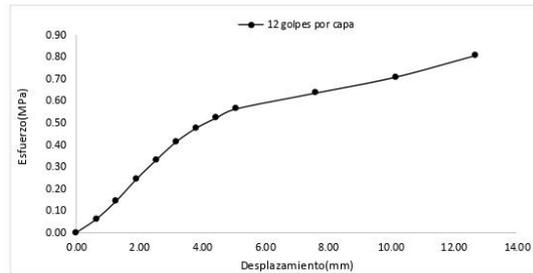
Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11145	11474	11783
Peso suelo húmedo (g)	3218	3539	3862
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.52	1.67	1.82
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.44	1.58	1.72
Contenido de humedad(%)	5.52	5.50	5.49

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56		
Rec + suelo húmedo	g	108.55	100.78	108.10	105.01	104.08	102.17
Rec + suelo seco	g	106.67	99.14	105.42	102.92	102.10	100.58
Peso del recipiente	g	72.53	69.53	56.78	64.79	66.23	71.46
Peso del suelo seco	g	34.14	29.61	48.64	38.13	35.87	29.12
Peso del agua	g	1.88	1.64	2.68	2.09	1.98	1.59
Contenido de Humedad	%	5.51	5.54	5.51	5.48	5.52	5.46
Humedad promedio	%	5.52		5.50		5.49	

### Ensayo de CBR

12 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.12	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.28	0.001932	0.14
0.075	1.91	0.47	0.001932	0.24
0.100	2.54	0.64	0.001932	0.33
0.125	3.18	0.80	0.001932	0.41
0.150	3.81	0.92	0.001932	0.48
0.175	4.45	1.01	0.001932	0.52
0.200	5.08	1.09	0.001932	0.56
0.300	7.62	1.23	0.001932	0.64
0.400	10.16	1.37	0.001932	0.71
0.500	12.70	1.56	0.001932	0.81

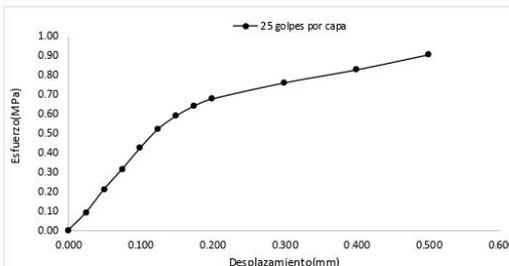


Jorge Alejandro Barrientos Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
E.C.P. N° 197384



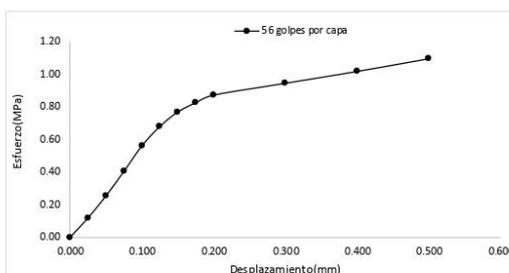
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.18	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.41	0.001932	0.21
0.075	1.91	0.61	0.001932	0.32
0.100	2.54	0.82	0.001932	0.42
0.125	3.18	1.01	0.001932	0.52
0.150	3.81	1.14	0.001932	0.59
0.175	4.45	1.24	0.001932	0.64
0.200	5.08	1.31	0.001932	0.68
0.300	7.62	1.47	0.001932	0.76
0.400	10.16	1.6	0.001932	0.83
0.500	12.70	1.75	0.001932	0.91

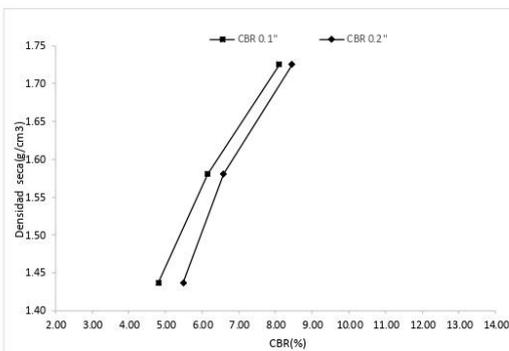


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.23	0.001932	0.12
0.050	1.27	0.49	0.001932	0.25
0.075	1.91	0.78	0.001932	0.40
0.100	2.54	1.08	0.001932	0.56
0.125	3.18	1.31	0.001932	0.68
0.150	3.81	1.48	0.001932	0.77
0.175	4.45	1.59	0.001932	0.82
0.200	5.08	1.68	0.001932	0.87
0.300	7.62	1.82	0.001932	0.94
0.400	10.16	1.96	0.001932	1.01
0.500	12.70	2.11	0.001932	1.09



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.33	6.9	4.80
12	0.2	0.56	10.3	5.48
25	0.1	0.42	6.9	6.15
25	0.2	0.68	10.3	6.58
56	0.1	0.56	6.9	8.10
56	0.2	0.87	10.3	8.44



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.44	4.80	5.48
25	1.58	6.15	6.58
56	1.72	8.10	8.44

M.D.S	1.665	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.59	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	6	%
CBR AL 100% MDS	6.5	%



Jorge Alejandro Barrientos Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C. P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C2 - M1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	LAREDO - LA LIBERTAD

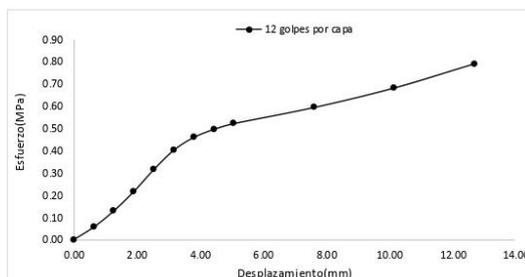
### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11139	11501	11815
Peso suelo húmedo (g)	3212	3566	3894
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.51	1.68	1.83
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.43</b>	<b>1.59</b>	<b>1.73</b>
Contenido de humedad(%)	5.80	5.83	5.80

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56		
Rec + suelo húmedo	g	102.66	105.87	100.53	107.49	102.57	106.87
Rec + suelo seco	g	100.11	103.50	98.22	105.22	100.22	104.50
Peso del recipiente	g	56.39	62.47	58.74	66.13	59.84	63.54
Peso del suelo seco	g	43.72	41.03	39.48	39.09	40.38	40.96
Peso del agua	g	2.55	2.37	2.31	2.27	2.35	2.37
Contenido de Humedad	%	5.83	5.78	5.85	5.81	5.82	5.79
Humedad promedio	%	5.80		5.83		5.80	

Ensayo de CBR					12 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)					
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00					
0.025	0.64	0.11	0.001932	0.06					
0.050	1.27	0.25	0.001932	0.13					
0.075	1.91	0.42	0.001932	0.22					
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.61</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.32</b>					
0.125	3.18	0.78	0.001932	0.40					
0.150	3.81	0.89	0.001932	0.46					
0.175	4.45	0.96	0.001932	0.50					
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.01</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.52</b>					
0.300	7.62	1.15	0.001932	0.60					
0.400	10.16	1.32	0.001932	0.68					
0.500	12.70	1.53	0.001932	0.79					

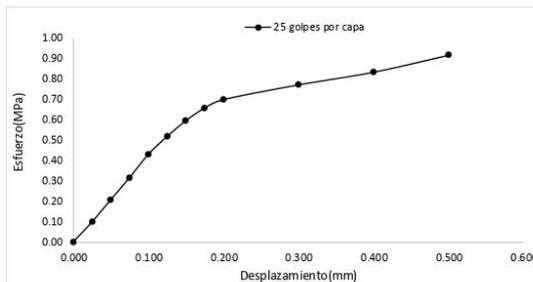


Jorge Alejandro Barrios Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C. P. N° 197384



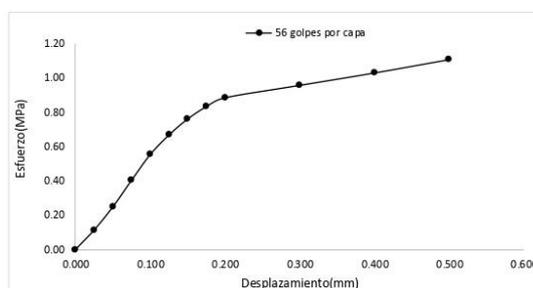
**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.19	0.001932	0.10
0.050	1.27	0.40	0.001932	0.21
0.075	1.91	0.61	0.001932	0.32
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.83</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.43</b>
0.125	3.18	1.00	0.001932	0.52
0.150	3.81	1.15	0.001932	0.60
0.175	4.45	1.27	0.001932	0.66
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.35</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.70</b>
0.300	7.62	1.49	0.001932	0.77
0.400	10.16	1.61	0.001932	0.83
0.500	12.70	1.77	0.001932	0.92



**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

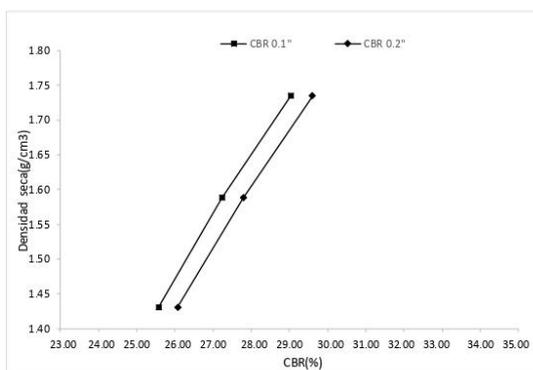
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.22	0.001932	0.11
0.050	1.27	0.48	0.001932	0.25
0.075	1.91	0.78	0.001932	0.40
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>1.07</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.55</b>
0.125	3.18	1.29	0.001932	0.67
0.150	3.81	1.47	0.001932	0.76
0.175	4.45	1.61	0.001932	0.83
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.71</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.89</b>
0.300	7.62	1.85	0.001932	0.96
0.400	10.16	1.99	0.001932	1.03
0.500	12.70	2.14	0.001932	1.11



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.32	6.9	4.58
12	0.2	0.52	10.3	5.08
25	0.1	0.43	6.9	6.23
25	0.2	0.70	10.3	6.78
56	0.1	0.55	6.9	8.03
56	0.2	0.89	10.3	8.59

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.43	4.58	5.08
25	1.59	6.23	6.78
56	1.73	8.03	8.59

M.D.S	1.660	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.58	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	28.0	%
CBR AL 100% MDS	32.0	%



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C2 - M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	LAREDO - LA LIBERTAD

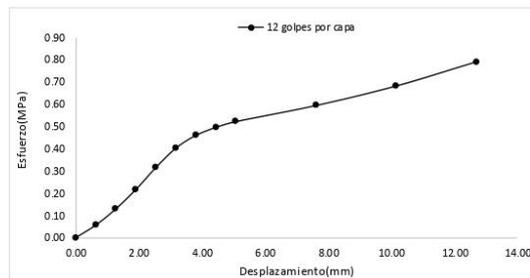
### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11139	11501	11815
Peso suelo húmedo (g)	3212	3566	3894
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.51	1.68	1.83
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.43</b>	<b>1.59</b>	<b>1.73</b>
Contenido de humedad(%)	5.80	5.83	5.80

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56		
Rec + suelo húmedo	g	102.66	105.87	100.53	107.49	102.57	106.87
Rec + suelo seco	g	100.11	103.50	98.22	105.22	100.22	104.50
Peso del recipiente	g	56.39	62.47	58.74	66.13	59.84	63.54
Peso del suelo seco	g	43.72	41.03	39.48	39.09	40.38	40.96
Peso del agua	g	2.55	2.37	2.31	2.27	2.35	2.37
Contenido de Humedad	%	5.83	5.78	5.85	5.81	5.82	5.79
Humedad promedio	%	5.80		5.83		5.80	

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.11	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.25	0.001932	0.13
0.075	1.91	0.42	0.001932	0.22
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.61</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.32</b>
0.125	3.18	0.78	0.001932	0.40
0.150	3.81	0.89	0.001932	0.46
0.175	4.45	0.96	0.001932	0.50
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.01</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.52</b>
0.300	7.62	1.15	0.001932	0.60
0.400	10.16	1.32	0.001932	0.68
0.500	12.70	1.53	0.001932	0.79

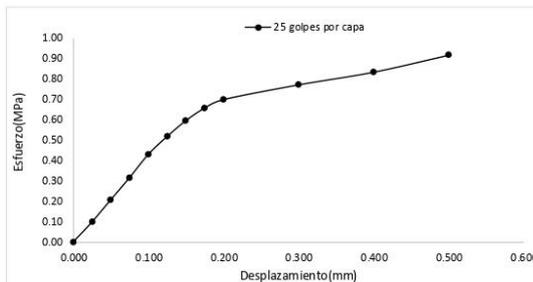


Jorge Alejandro Barrientos Villalva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



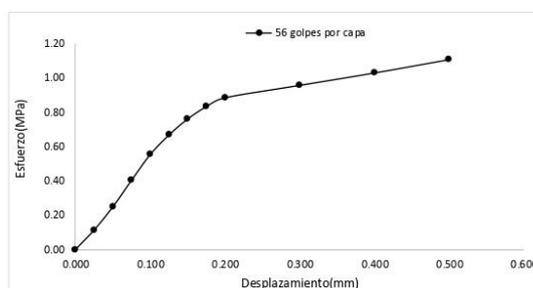
**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.19	0.001932	0.10
0.050	1.27	0.40	0.001932	0.21
0.075	1.91	0.61	0.001932	0.32
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.83</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.43</b>
0.125	3.18	1.00	0.001932	0.52
0.150	3.81	1.15	0.001932	0.60
0.175	4.45	1.27	0.001932	0.66
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.35</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.70</b>
0.300	7.62	1.49	0.001932	0.77
0.400	10.16	1.61	0.001932	0.83
0.500	12.70	1.77	0.001932	0.92



**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

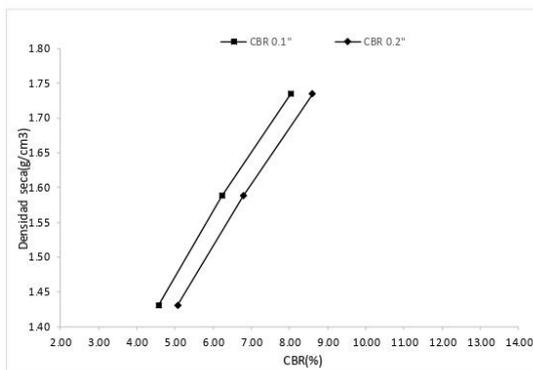
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.22	0.001932	0.11
0.050	1.27	0.48	0.001932	0.25
0.075	1.91	0.78	0.001932	0.40
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>1.07</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.55</b>
0.125	3.18	1.29	0.001932	0.67
0.150	3.81	1.47	0.001932	0.76
0.175	4.45	1.61	0.001932	0.83
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.71</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.89</b>
0.300	7.62	1.85	0.001932	0.96
0.400	10.16	1.99	0.001932	1.03
0.500	12.70	2.14	0.001932	1.11



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.32	6.9	4.58
12	0.2	0.52	10.3	5.08
25	0.1	0.43	6.9	6.23
25	0.2	0.70	10.3	6.78
56	0.1	0.55	6.9	8.03
56	0.2	0.89	10.3	8.59

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.43	4.58	5.08
25	1.59	6.23	6.78
56	1.73	8.03	8.59

M.D.S	1.665	g/cm3
95%(M.D.S)	1.59	g/cm3
CBR AL 95% MDS	6.1	%
CBR AL 100% MDS	6.7	%



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C3 - M1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	LAREDO - LA LIBERTAD

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11141	11466	11791
Peso suelo húmedo (g)	3214	3531	3870
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.51	1.66	1.82
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.43</b>	<b>1.57</b>	<b>1.72</b>
Contenido de humedad(%)	5.82	5.79	5.82

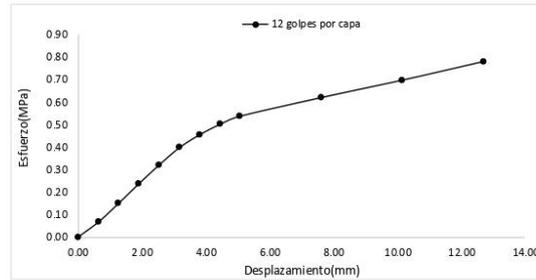
### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56		
Rec + suelo húmedo	g	111.29	100.78	108.10	105.01	104.08	102.17
Rec + suelo seco	g	108.26	98.43	105.59	102.75	101.66	99.91
Peso del recipiente	g	56.32	57.94	62.35	63.58	59.87	61.24
Peso del suelo seco	g	51.94	40.49	43.24	39.17	41.79	38.67
Peso del agua	g	3.03	2.35	2.51	2.26	2.42	2.26
Contenido de Humedad	%	5.83	5.80	5.80	5.77	5.79	5.84
Humedad promedio	%	5.82		5.79		5.82	

### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.13	0.001932	0.07
0.050	1.27	0.29	0.001932	0.15
0.075	1.91	0.46	0.001932	0.24
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.62</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.32</b>
0.125	3.18	0.77	0.001932	0.40
0.150	3.81	0.88	0.001932	0.46
0.175	4.45	0.97	0.001932	0.50
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.04</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.54</b>
0.300	7.62	1.20	0.001932	0.62
0.400	10.16	1.35	0.001932	0.70
0.500	12.70	1.51	0.001932	0.78

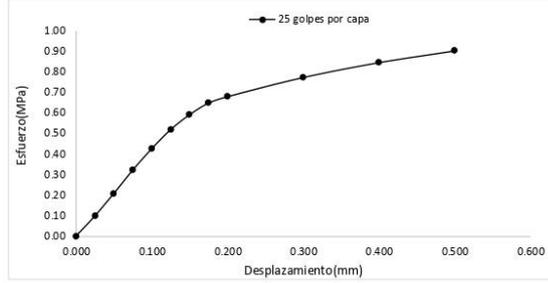


Jorge Alejandro Barrios Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.I.P. N° 197384



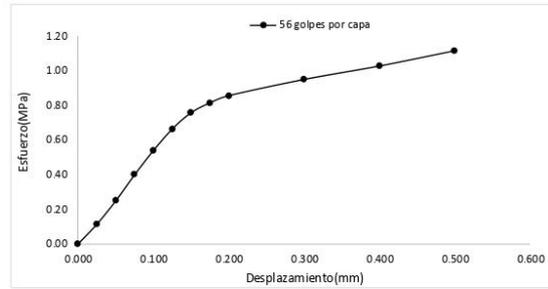
**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.19	0.001932	0.10
0.050	1.27	0.4	0.001932	0.21
0.075	1.91	0.62	0.001932	0.32
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.82</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.42</b>
0.125	3.18	1	0.001932	0.52
0.150	3.81	1.14	0.001932	0.59
0.175	4.45	1.25	0.001932	0.65
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.31</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.68</b>
0.300	7.62	1.49	0.001932	0.77
0.400	10.16	1.63	0.001932	0.84
0.500	12.70	1.74	0.001932	0.90

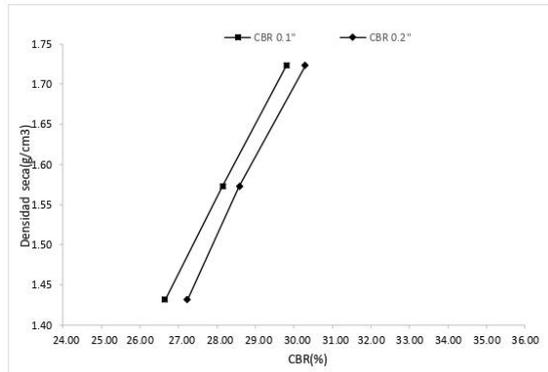


**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.22	0.001932	0.11
0.050	1.27	0.48	0.001932	0.25
0.075	1.91	0.77	0.001932	0.40
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>1.04</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.54</b>
0.125	3.18	1.28	0.001932	0.66
0.150	3.81	1.46	0.001932	0.76
0.175	4.45	1.57	0.001932	0.81
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.65</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.85</b>
0.300	7.62	1.83	0.001932	0.95
0.400	10.16	1.98	0.001932	1.02
0.500	12.70	2.15	0.001932	1.11



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.32	6.9	4.65
12	0.2	0.54	10.3	5.23
25	0.1	0.42	6.9	6.15
25	0.2	0.68	10.3	6.58
56	0.1	0.54	6.9	7.80
56	0.2	0.85	10.3	8.29



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.43	4.65	5.23
25	1.57	6.15	6.58
56	1.72	7.80	8.29

M.D.S	1.656	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.57	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	28.5	%
CBR AL 100% MDS	34.5	%



Jorge Alejandro Barrios Vilanova  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C3 - M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	LAREDO - LA LIBERTAD

### DATOS DEL ENSAYO

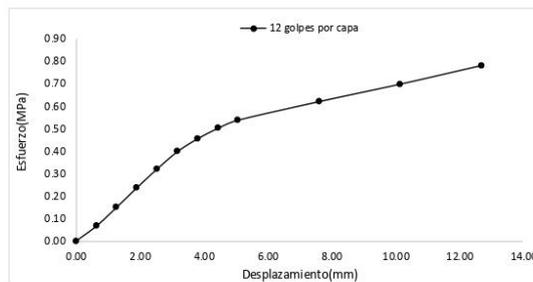
Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11141	11466	11791
Peso suelo húmedo (g)	3214	3531	3870
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.51	1.66	1.82
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.43</b>	<b>1.57</b>	<b>1.72</b>
Contenido de humedad(%)	5.82	5.79	5.82

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56		
Rec + suelo húmedo	g	111.29	100.78	108.10	105.01	104.08	102.17
Rec + suelo seco	g	108.26	98.43	105.59	102.75	101.66	99.91
Peso del recipiente	g	56.32	57.94	62.35	63.58	59.87	61.24
Peso del suelo seco	g	51.94	40.49	43.24	39.17	41.79	38.67
Peso del agua	g	3.03	2.35	2.51	2.26	2.42	2.26
Contenido de Humedad	%	5.83	5.80	5.80	5.77	5.79	5.84
Humedad promedio	%	5.82		5.79		5.82	

### Ensayo de CBR

12 golpes por capa					
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)	
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00	
0.025	0.64	0.13	0.001932	0.07	
0.050	1.27	0.29	0.001932	0.15	
0.075	1.91	0.46	0.001932	0.24	
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.62</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.32</b>	
0.125	3.18	0.77	0.001932	0.40	
0.150	3.81	0.88	0.001932	0.46	
0.175	4.45	0.97	0.001932	0.50	
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.04</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.54</b>	
0.300	7.62	1.20	0.001932	0.62	
0.400	10.16	1.35	0.001932	0.70	
0.500	12.70	1.51	0.001932	0.78	

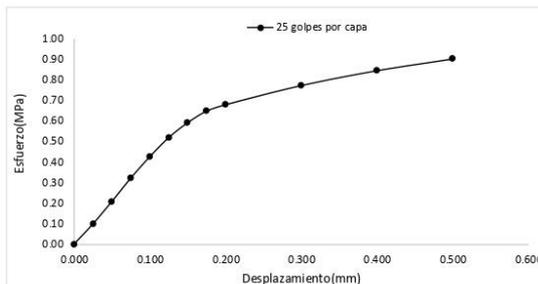


Jorge Alejandro Barrientos Villanueva  
Ingeniero de Materiales  
R.C.I.P. N° 197384



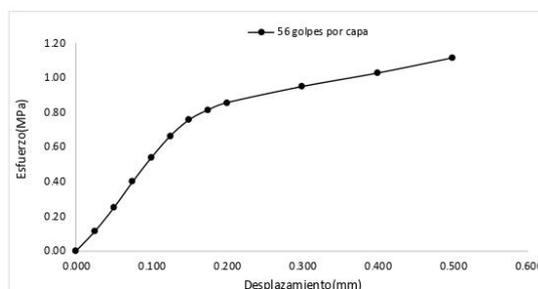
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.19	0.001932	0.10
0.050	1.27	0.4	0.001932	0.21
0.075	1.91	0.62	0.001932	0.32
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.82</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.42</b>
0.125	3.18	1	0.001932	0.52
0.150	3.81	1.14	0.001932	0.59
0.175	4.45	1.25	0.001932	0.65
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.31</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.68</b>
0.300	7.62	1.49	0.001932	0.77
0.400	10.16	1.63	0.001932	0.84
0.500	12.70	1.74	0.001932	0.90



Ensayo de CBR 56 golpes por capa

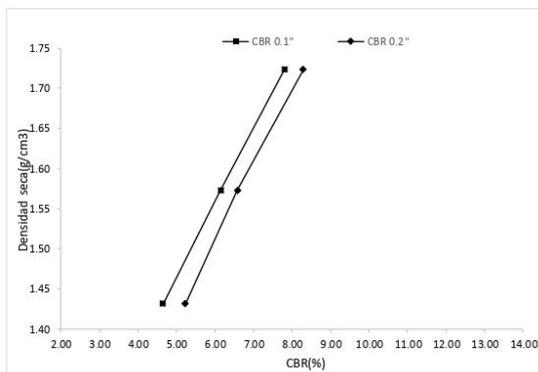
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.22	0.001932	0.11
0.050	1.27	0.48	0.001932	0.25
0.075	1.91	0.77	0.001932	0.40
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>1.04</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.54</b>
0.125	3.18	1.28	0.001932	0.66
0.150	3.81	1.46	0.001932	0.76
0.175	4.45	1.57	0.001932	0.81
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.65</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.85</b>
0.300	7.62	1.83	0.001932	0.95
0.400	10.16	1.98	0.001932	1.02
0.500	12.70	2.15	0.001932	1.11



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.32	6.9	4.65
12	0.2	0.54	10.3	5.23
25	0.1	0.42	6.9	6.15
25	0.2	0.68	10.3	6.58
56	0.1	0.54	6.9	7.80
56	0.2	0.85	10.3	8.29

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.43	4.65	5.23
25	1.57	6.15	6.58
56	1.72	7.80	8.29

M.D.S	1.650	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.57	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	6.1	%
CBR AL 100% MDS	6.5	%



Jorge Nejaime Barrios Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C4 - M1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	LAREDO - LA LIBERTAD

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11140	11485	11802
Peso suelo húmedo (g)	3213	3550	3881
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.51	1.67	1.83
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.43</b>	<b>1.58</b>	<b>1.72</b>
Contenido de humedad(%)	6.06	6.02	6.03

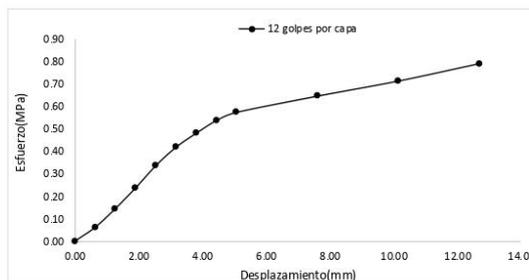
### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56			
Rec + suelo húmedo g	114.32	105.89	105.89	103.86	106.91	110.87
Rec + suelo seco g	111.96	103.69	103.55	101.30	104.54	108.55
Peso del recipiente g	72.84	67.53	64.53	58.97	65.32	70.00
Peso del suelo seco g	39.12	36.16	39.02	42.33	39.22	38.55
Peso del agua g	2.36	2.2	2.34	2.56	2.37	2.32
Contenido de Humedad %	6.03	6.08	6.00	6.05	6.04	6.02
Humedad promedio %	6.06		6.02		6.03	

### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.12	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.28	0.001932	0.14
0.075	1.91	0.46	0.001932	0.24
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.65</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.34</b>
0.125	3.18	0.81	0.001932	0.42
0.150	3.81	0.93	0.001932	0.48
0.175	4.45	1.04	0.001932	0.54
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.11</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.57</b>
0.300	7.62	1.25	0.001932	0.65
0.400	10.16	1.38	0.001932	0.71
0.500	12.70	1.53	0.001932	0.79

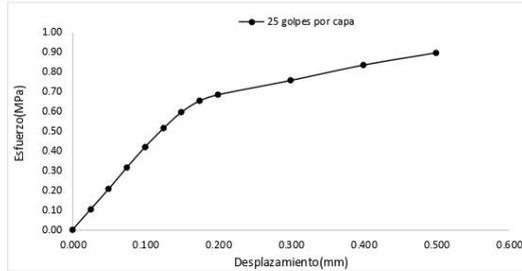


Jorge Alejandro Espartero Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384



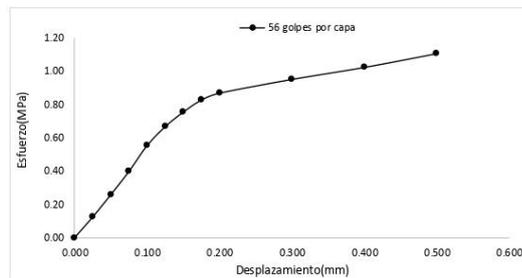
**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.2	0.001932	0.10
0.050	1.27	0.4	0.001932	0.21
0.075	1.91	0.61	0.001932	0.32
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.81</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.42</b>
0.125	3.18	0.99	0.001932	0.51
0.150	3.81	1.15	0.001932	0.60
0.175	4.45	1.26	0.001932	0.65
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.32</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.68</b>
0.300	7.62	1.46	0.001932	0.76
0.400	10.16	1.61	0.001932	0.83
0.500	12.70	1.73	0.001932	0.90



**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

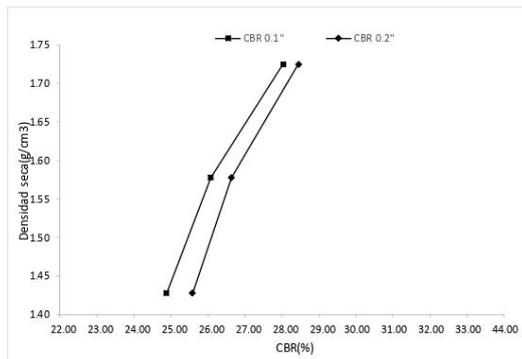
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.24	0.001932	0.12
0.050	1.27	0.5	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.77	0.001932	0.40
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>1.07</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.55</b>
0.125	3.18	1.29	0.001932	0.67
0.150	3.81	1.46	0.001932	0.76
0.175	4.45	1.6	0.001932	0.83
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.68</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.87</b>
0.300	7.62	1.84	0.001932	0.95
0.400	10.16	1.98	0.001932	1.02
0.500	12.70	2.14	0.001932	1.11



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.34	6.9	4.88
12	0.2	0.57	10.3	5.58
25	0.1	0.42	6.9	6.08
25	0.2	0.68	10.3	6.63
56	0.1	0.55	6.9	8.03
56	0.2	0.87	10.3	8.44

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.43	4.88	5.58
25	1.58	6.08	6.63
56	1.72	8.03	8.44

M.D.S	1.659	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.58	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	27.8	%
CBR AL 100% MDS	32.0	%



Jorge Alejandro Esquivel Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	:	C5 - M1
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	LAREDO - LA LIBERTAD

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7928	7936	7948
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11147	11489	11854
Peso suelo húmedo (g)	3219	3553	3906
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.52	1.67	1.84
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.42</b>	<b>1.56</b>	<b>1.71</b>
Contenido de humedad(%)	7.09	7.27	7.48

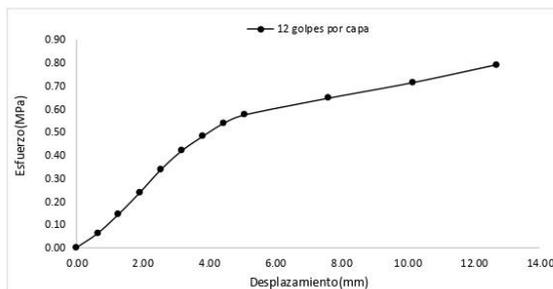
### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56		
Rec + suelo húmedo	g	118.45	112.54	151.14	124.54	118.74	126.12
Rec + suelo seco	g	115.45	109.54	148.24	121.01	115.02	123.08
Peso del recipiente	g	72.84	67.53	105.48	75.48	65.32	82.45
Peso del suelo seco	g	42.61	42.01	42.76	45.53	49.7	40.63
Peso del agua	g	3	3	2.9	3.53	3.72	3.04
Contenido de Humedad	%	7.04	7.14	6.78	7.75	7.48	7.48
Humedad promedio	%	7.09		7.27		7.48	

### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.12	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.28	0.001932	0.14
0.075	1.91	0.46	0.001932	0.24
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.65</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.34</b>
0.125	3.18	0.81	0.001932	0.42
0.150	3.81	0.93	0.001932	0.48
0.175	4.45	1.04	0.001932	0.54
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.11</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.57</b>
0.300	7.62	1.25	0.001932	0.65
0.400	10.16	1.38	0.001932	0.71
0.500	12.70	1.53	0.001932	0.79

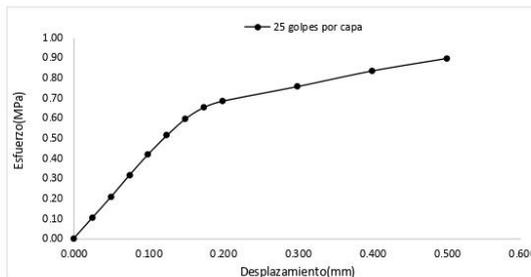


Jorge Alejandro Barreto Villanueva  
 ING. DE MATERIALES  
 E.O.P. N° 197384



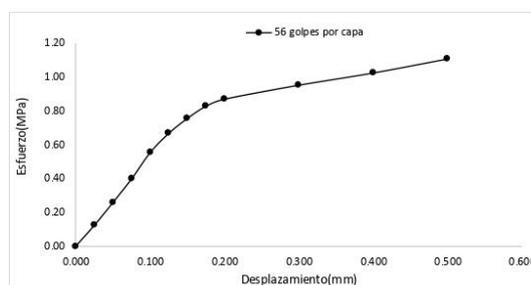
**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.2	0.001932	0.10
0.050	1.27	0.4	0.001932	0.21
0.075	1.91	0.61	0.001932	0.32
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.81</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.42</b>
0.125	3.18	0.99	0.001932	0.51
0.150	3.81	1.15	0.001932	0.60
0.175	4.45	1.26	0.001932	0.65
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.32</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.68</b>
0.300	7.62	1.46	0.001932	0.76
0.400	10.16	1.61	0.001932	0.83
0.500	12.70	1.73	0.001932	0.90



**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

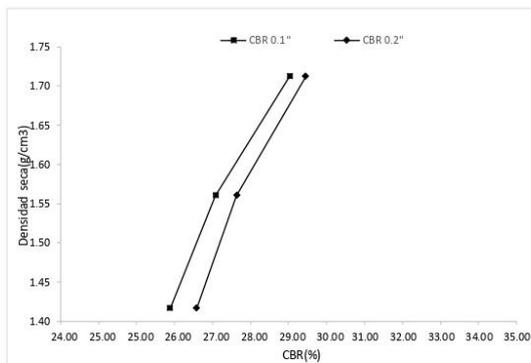
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.24	0.001932	0.12
0.050	1.27	0.5	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.77	0.001932	0.40
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>1.07</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.55</b>
0.125	3.18	1.29	0.001932	0.67
0.150	3.81	1.46	0.001932	0.76
0.175	4.45	1.6	0.001932	0.83
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.68</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.87</b>
0.300	7.62	1.84	0.001932	0.95
0.400	10.16	1.98	0.001932	1.02
0.500	12.70	2.14	0.001932	1.11



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.34	6.9	<b>4.88</b>
12	0.2	0.57	10.3	<b>5.58</b>
25	0.1	0.42	6.9	<b>6.08</b>
25	0.2	0.68	10.3	<b>6.63</b>
56	0.1	0.55	6.9	<b>8.03</b>
56	0.2	0.87	10.3	<b>8.44</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.42	4.88	5.58
25	1.56	6.08	6.63
56	1.71	8.03	8.44

M.D.S	1.650	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.58	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	29.0	%
CBR AL 100% MDS	34.0	%



Jorge Alejandro Bermúdez Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	:	CS - M2
<b>SOLICITANTE</b>	:	AGREDÁ ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	LAREDO - LA LIBERTAD

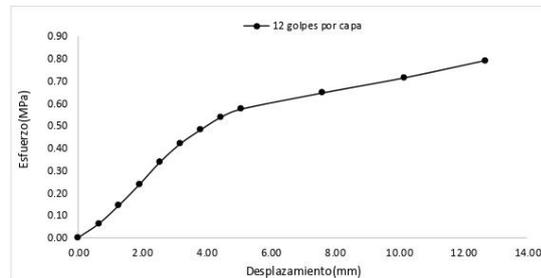
### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7928	7936	7948
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11147	11489	11854
Peso suelo húmedo (g)	3219	3553	3906
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.52	1.67	1.84
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.42</b>	<b>1.56</b>	<b>1.71</b>
Contenido de humedad(%)	7.09	7.27	7.48

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56		
Rec + suelo húmedo	g	118.45	112.54	151.14	124.54	118.74	126.12
Rec + suelo seco	g	115.45	109.54	148.24	121.01	115.02	123.08
Peso del recipiente	g	72.84	67.53	105.48	75.48	65.32	82.45
Peso del suelo seco	g	42.61	42.01	42.76	45.53	49.7	40.63
Peso del agua	g	3	3	2.9	3.53	3.72	3.04
Contenido de Humedad	%	7.04	7.14	6.78	7.75	7.48	7.48
Humedad promedio	%	7.09		7.27		7.48	

Ensayo de CBR				
12 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.12	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.28	0.001932	0.14
0.075	1.91	0.46	0.001932	0.24
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.65</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.34</b>
0.125	3.18	0.81	0.001932	0.42
0.150	3.81	0.93	0.001932	0.48
0.175	4.45	1.04	0.001932	0.54
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.11</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.57</b>
0.300	7.62	1.25	0.001932	0.65
0.400	10.16	1.38	0.001932	0.71
0.500	12.70	1.53	0.001932	0.79

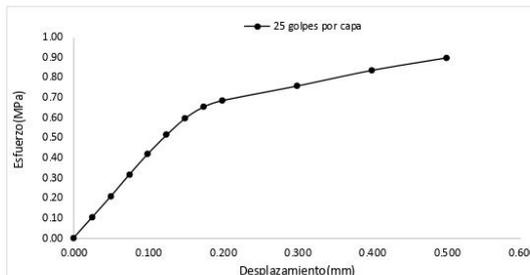


Jorge Alejandro Bustos Vilanova  
 ING. DE MATERIALES  
 CIP. N° 197384



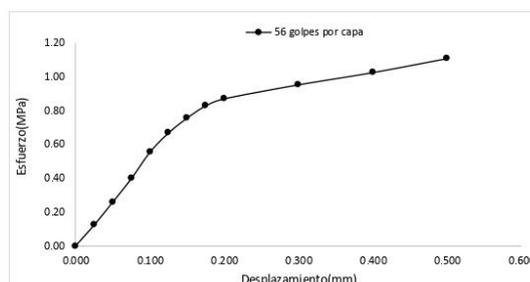
**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.2	0.001932	0.10
0.050	1.27	0.4	0.001932	0.21
0.075	1.91	0.61	0.001932	0.32
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.81</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.42</b>
0.125	3.18	0.99	0.001932	0.51
0.150	3.81	1.15	0.001932	0.60
0.175	4.45	1.26	0.001932	0.65
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.32</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.68</b>
0.300	7.62	1.46	0.001932	0.76
0.400	10.16	1.61	0.001932	0.83
0.500	12.70	1.73	0.001932	0.90



**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

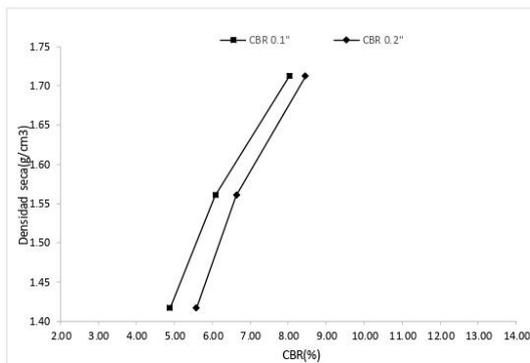
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.24	0.001932	0.12
0.050	1.27	0.5	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.77	0.001932	0.40
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>1.07</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.55</b>
0.125	3.18	1.29	0.001932	0.67
0.150	3.81	1.46	0.001932	0.76
0.175	4.45	1.6	0.001932	0.83
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.68</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.87</b>
0.300	7.62	1.84	0.001932	0.95
0.400	10.16	1.98	0.001932	1.02
0.500	12.70	2.14	0.001932	1.11



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.34	6.9	<b>4.88</b>
12	0.2	0.57	10.3	<b>5.58</b>
25	0.1	0.42	6.9	<b>6.08</b>
25	0.2	0.68	10.3	<b>6.63</b>
56	0.1	0.55	6.9	<b>8.03</b>
56	0.2	0.87	10.3	<b>8.44</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.42	4.88	5.58
25	1.56	6.08	6.63
56	1.71	8.03	8.44

M.D.S	1.659	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.58	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	6.1	%
CBR AL 100% MDS	6.6	%



Jorge Alejandro Bermúdez Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384

# Anexo 24. Ensayo de capacidad de soporte (CBR) a muestras con 0%, 10%, 20% y 30%



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Materiales Cerámicos y Suelos

## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA VOLANTE DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	SUELO ARENOSO + 10% CENIZA VOLANTE - R1
SOLICITADO	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	LAREDO - LA LIBERTAD

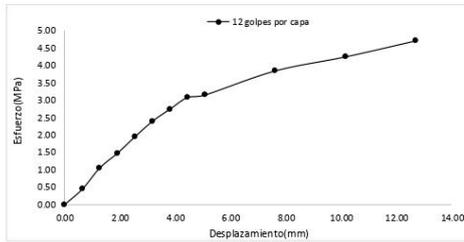
### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11641	11948	12312
Peso suelo húmedo (g)	3714	4013	4391
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.89	2.07
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.55	1.67	1.83
Contenido de humedad(%)	13.15	13.15	13.15

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	98.54	88.53	89.1
Rec + suelo seco g	96.37	85.85	86
Peso del recipiente g	79.99	65.31	62.4
Peso del suelo seco g	16.38	20.54	23.6
Peso del agua g	2.17	2.68	3.1
Contenido de Humedad %	13.25	13.05	13.14
Humedad promedio %	13.15	13.15	13.15

Ensayo de CBR				
12 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.86	0.001932	0.45
0.050	1.27	2.04	0.001932	1.06
0.075	1.91	2.86	0.001932	1.48
0.100	2.54	3.77	0.001932	1.95
0.125	3.18	4.64	0.001932	2.40
0.150	3.81	5.31	0.001932	2.75
0.175	4.45	5.97	0.001932	3.09
0.200	5.08	6.10	0.001932	3.16
0.300	7.62	7.44	0.001932	3.85
0.400	10.16	8.22	0.001932	4.25
0.500	12.70	9.11	0.001932	4.72

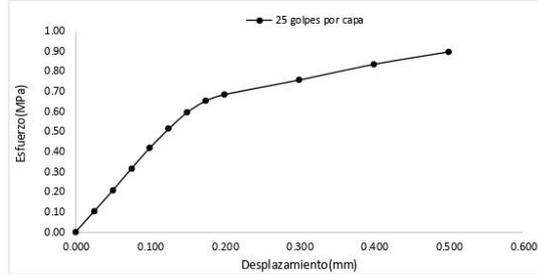


Jorge Alejandro Barrientos Viscaya  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197334



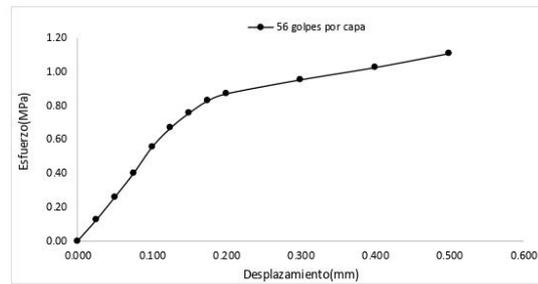
**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.2	0.001932	0.10
0.050	1.27	0.4	0.001932	0.21
0.075	1.91	0.61	0.001932	0.32
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>0.81</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.42</b>
0.125	3.18	0.99	0.001932	0.51
0.150	3.81	1.15	0.001932	0.60
0.175	4.45	1.26	0.001932	0.65
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.32</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.68</b>
0.300	7.62	1.46	0.001932	0.76
0.400	10.16	1.61	0.001932	0.83
0.500	12.70	1.73	0.001932	0.90

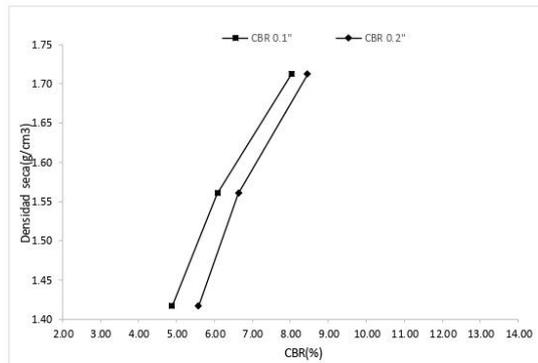


**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.24	0.001932	0.12
0.050	1.27	0.5	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.77	0.001932	0.40
<b>0.100</b>	<b>2.54</b>	<b>1.07</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.55</b>
0.125	3.18	1.29	0.001932	0.67
0.150	3.81	1.46	0.001932	0.76
0.175	4.45	1.6	0.001932	0.83
<b>0.200</b>	<b>5.08</b>	<b>1.68</b>	<b>0.001932</b>	<b>0.87</b>
0.300	7.62	1.84	0.001932	0.95
0.400	10.16	1.98	0.001932	1.02
0.500	12.70	2.14	0.001932	1.11



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.34	6.9	4.88
12	0.2	0.57	10.3	5.58
25	0.1	0.42	6.9	6.08
25	0.2	0.68	10.3	6.63
56	0.1	0.55	6.9	8.03
56	0.2	0.87	10.3	8.44



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.42	4.88	5.58
25	1.56	6.08	6.63
56	1.71	8.03	8.44

M.D.S	1.659	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.58	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	6.1	%
CBR AL 100% MDS	6.6	%



Jorge Alejandro Barrientos Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384



INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA VOLANTE DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	SUELO ARENOSO + 10% CENIZA VOLANTE - R1
SOLICITADO	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	LAREDO - LA LIBERTAD

DATOS DEL ENSAYO

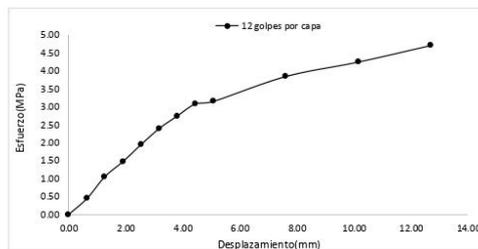
Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11641	11948	12312
Peso suelo húmedo (g)	3714	4013	4391
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.89	2.07
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.55	1.67	1.89
Contenido de humedad(%)	13.15	13.15	13.15

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56			
Rec + suelo húmedo	98.54	88.53	89.1	94.54	87.84	84.58
Rec + suelo seco	96.37	85.85	86	91.83	85.42	81.32
Peso del recipiente	79.99	65.31	62.4	71.24	67.01	56.52
Peso del suelo seco	16.38	20.54	23.6	20.59	18.41	24.8
Peso del agua	2.17	2.68	3.1	2.71	2.42	3.26
Contenido de Humedad	13.25	13.05	13.14	13.16	13.15	13.15
Humedad promedio	13.15		13.15		13.15	

Ensayo de CBR

12 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.86	0.001932	0.45
0.050	1.27	2.04	0.001932	1.06
0.075	1.91	2.86	0.001932	1.48
0.100	2.54	3.77	0.001932	1.95
0.125	3.18	4.64	0.001932	2.40
0.150	3.81	5.31	0.001932	2.75
0.175	4.45	5.97	0.001932	3.09
0.200	5.08	6.10	0.001932	3.16
0.300	7.62	7.44	0.001932	3.85
0.400	10.16	8.22	0.001932	4.25
0.500	12.70	9.11	0.001932	4.72

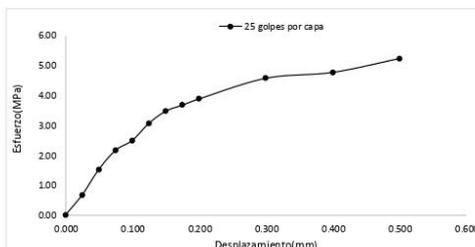


Jorge Alejandro Barrientos Valenzuela  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197334



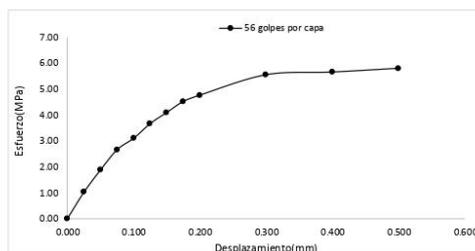
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.30	0.001932	0.67
0.050	1.27	2.95	0.001932	1.53
0.075	1.91	4.18	0.001932	2.16
0.100	2.54	4.82	0.001932	2.49
0.125	3.18	5.93	0.001932	3.07
0.150	3.81	6.71	0.001932	3.47
0.175	4.45	7.10	0.001932	3.67
0.200	5.08	7.50	0.001932	3.88
0.300	7.62	8.84	0.001932	4.58
0.400	10.16	9.22	0.001932	4.77
0.500	12.70	10.11	0.001932	5.23

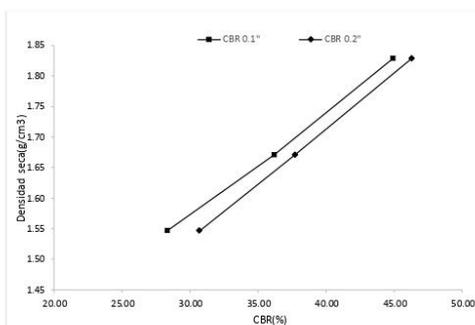


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.97	0.001932	1.02
0.050	1.27	3.63	0.001932	1.88
0.075	1.91	5.13	0.001932	2.66
0.100	2.54	5.98	0.001932	3.10
0.125	3.18	7.08	0.001932	3.66
0.150	3.81	7.91	0.001932	4.09
0.175	4.45	8.73	0.001932	4.52
0.200	5.08	9.2	0.001932	4.76
0.300	7.62	10.72	0.001932	5.55
0.400	10.16	10.92	0.001932	5.65
0.500	12.70	11.2	0.001932	5.80



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.95	6.9	28.28
12	0.2	3.16	10.3	30.65
25	0.1	2.49	6.9	36.16
25	0.2	3.88	10.3	37.69
56	0.1	3.10	6.9	44.86
56	0.2	4.76	10.3	46.23



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.55	28.28	30.65
25	1.67	36.16	37.69
56	1.83	44.86	46.23

M.D.S	1.640	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.56	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	38	%
CBR AL 100% MDS	43	%



Jorge Alejandro Bustamante Villaverde  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA VOLANTE DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	SUELO ARENOSO + 10% CENIZA VOLANTE - R12
SOLICITADO	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	LAREDO - LA LIBERTAD

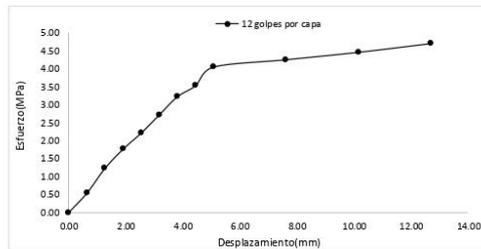
DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11645	11874	12245
Peso suelo húmedo (g)	3718	3939	4324
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.86	2.04
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.55	1.64	1.80
Contenido de humedad(%)	13.15	13.15	13.15

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56				
Rec + suelo húmedo	g	98.54	88.53	89.10	94.54	87.84	84.58
Rec + suelo seco	g	96.37	85.85	86.00	91.83	85.42	81.32
Peso del recipiente	g	79.99	65.31	62.40	71.24	67.01	56.52
Peso del suelo seco	g	16.38	20.54	23.6	20.59	18.41	24.8
Peso del agua	g	2.17	2.68	3.1	2.71	2.42	3.26
Contenido de Humedad	%	13.25	13.05	13.14	13.16	13.15	13.15
Humedad promedio	%	13.15	13.15	13.15			

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.05	0.001932	0.54
0.050	1.27	2.38	0.001932	1.23
0.075	1.91	3.42	0.001932	1.77
0.100	2.54	4.28	0.001932	2.22
0.125	3.18	5.27	0.001932	2.73
0.150	3.81	6.24	0.001932	3.23
0.175	4.45	6.84	0.001932	3.54
0.200	5.08	7.84	0.001932	4.06
0.300	7.62	8.24	0.001932	4.27
0.400	10.16	8.64	0.001932	4.47
0.500	12.70	9.11	0.001932	4.72



Jorge Alejandro Barrientos Villacueva  
ING. DE MATERIALES  
E.C.P. N° 197384



INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA VOLANTE DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	SUELO ARENOSO + 10% CENIZA VOLANTE - R3
SOLICITADO	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	LAREDO - LA LIBERTAD

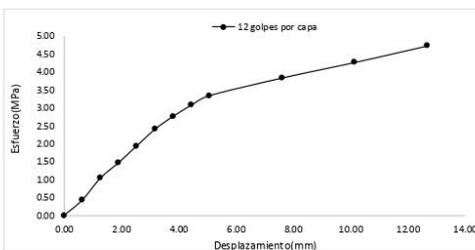
DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11721	12004	12568
Peso suelo húmedo (g)	3794	4069	4647
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.79	1.92	2.19
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.69	1.93
Contenido de humedad(%)	13.15	13.15	13.15

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	98.54	88.53	89.1
Rec + suelo seco g	96.37	85.85	86
Peso del recipiente g	79.99	65.31	62.4
Peso del suelo seco g	16.38	20.54	23.6
Peso del agua g	2.17	2.68	3.1
Contenido de Humedad %	13.25	13.05	13.14
Humedad promedio %	13.15	13.15	13.15

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.83	0.001932	0.43
0.050	1.27	2.01	0.001932	1.04
0.075	1.91	2.85	0.001932	1.48
0.100	2.54	3.75	0.001932	1.94
0.125	3.18	4.65	0.001932	2.41
0.150	3.81	5.34	0.001932	2.76
0.175	4.45	5.95	0.001932	3.08
0.200	5.08	6.46	0.001932	3.34
0.300	7.62	7.41	0.001932	3.84
0.400	10.16	8.25	0.001932	4.27
0.500	12.70	9.14	0.001932	4.73

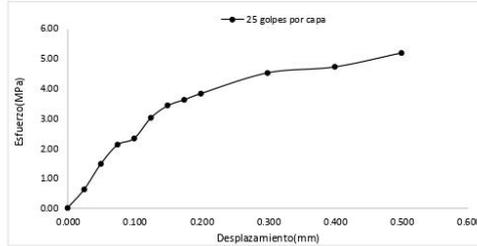


Jorge Alejandro Barrios Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



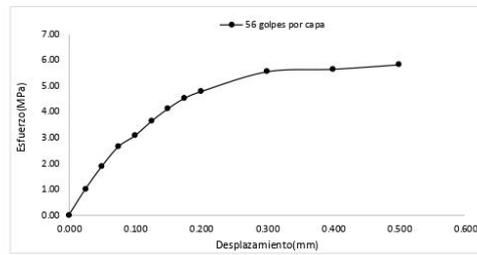
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.20	0.001932	0.62
0.050	1.27	2.85	0.001932	1.48
0.075	1.91	4.08	0.001932	2.11
0.100	2.54	4.50	0.001932	2.33
0.125	3.18	5.83	0.001932	3.02
0.150	3.81	6.61	0.001932	3.42
0.175	4.45	7.00	0.001932	3.62
0.200	5.08	7.40	0.001932	3.83
0.300	7.62	8.74	0.001932	4.52
0.400	10.16	9.12	0.001932	4.72
0.500	12.70	10.02	0.001932	5.19

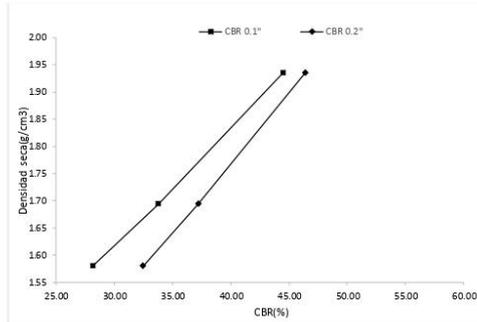


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.94	0.001932	1.00
0.050	1.27	3.65	0.001932	1.89
0.075	1.91	5.11	0.001932	2.64
0.100	2.54	5.93	0.001932	3.07
0.125	3.18	7.01	0.001932	3.63
0.150	3.81	7.95	0.001932	4.11
0.175	4.45	8.73	0.001932	4.52
0.200	5.08	9.23	0.001932	4.78
0.300	7.62	10.71	0.001932	5.54
0.400	10.16	10.9	0.001932	5.64
0.500	12.70	11.23	0.001932	5.81



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.94	6.9	28.13
12	0.2	3.34	10.3	32.46
25	0.1	2.33	6.9	33.76
25	0.2	3.83	10.3	37.19
56	0.1	3.07	6.9	44.48
56	0.2	4.78	10.3	46.38



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.58	28.13	32.46
25	1.69	33.76	37.19
56	1.93	44.48	46.38

M.D.S	1.640	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.56	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	33	%
CBR AL 100% MDS	38	%

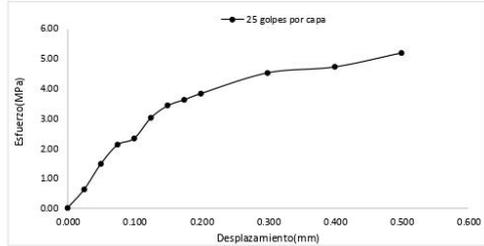


Jorge Alejandro Barrantes Vásquez  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



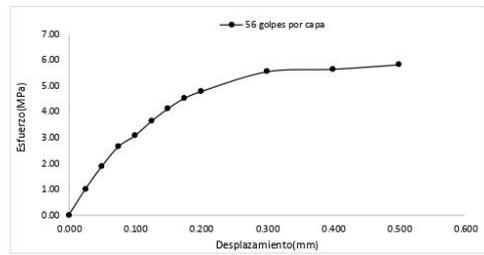
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.20	0.001932	0.62
0.050	1.27	2.85	0.001932	1.48
0.075	1.91	4.08	0.001932	2.11
0.100	2.54	4.50	0.001932	2.33
0.125	3.18	5.83	0.001932	3.02
0.150	3.81	6.61	0.001932	3.42
0.175	4.45	7.00	0.001932	3.62
0.200	5.08	7.40	0.001932	3.83
0.300	7.62	8.74	0.001932	4.52
0.400	10.16	9.12	0.001932	4.72
0.500	12.70	10.02	0.001932	5.19

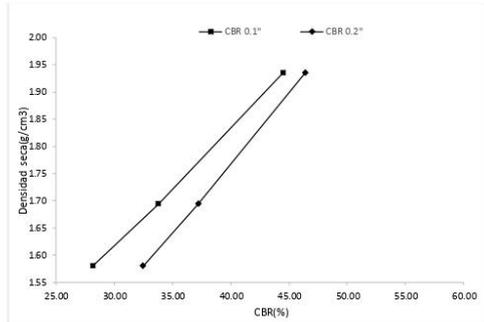


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.94	0.001932	1.00
0.050	1.27	3.65	0.001932	1.89
0.075	1.91	5.11	0.001932	2.64
0.100	2.54	5.93	0.001932	3.07
0.125	3.18	7.01	0.001932	3.63
0.150	3.81	7.95	0.001932	4.11
0.175	4.45	8.73	0.001932	4.52
0.200	5.08	9.23	0.001932	4.78
0.300	7.62	10.71	0.001932	5.54
0.400	10.16	10.9	0.001932	5.64
0.500	12.70	11.23	0.001932	5.81



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.94	6.9	28.13
12	0.2	3.34	10.3	32.46
25	0.1	2.33	6.9	33.76
25	0.2	3.83	10.3	37.19
56	0.1	3.07	6.9	44.48
56	0.2	4.78	10.3	46.38



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.58	28.13	32.46
25	1.69	33.76	37.19
56	1.93	44.48	46.38

M.D.S	1.640	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.56	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	33	%
CBR AL 100% MDS	38	%



Jorge Alejandro Barrantes Vásquez  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA VOLANTE DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	SUELO ARENOSO + 20% CENIZA VOLANTE - R1
SOLICITADO	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	LAREDO - LA LIBERTAD

DATOS DEL ENSAYO

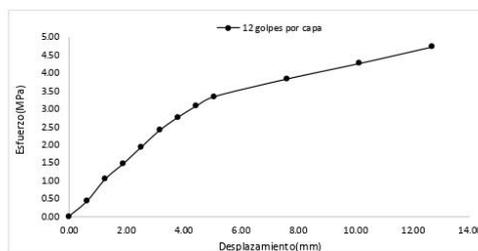
Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11721	12204	12568
Peso suelo húmedo (g)	3794	4269	4647
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.79	2.01	2.19
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.78	1.93
Contenido de humedad(%)	13.15	13.15	13.15

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	98.54	88.53	89.10
Rec + suelo seco	96.37	85.85	86.00
Peso del recipiente	79.99	65.31	62.40
Peso del suelo seco	16.38	20.54	23.6
Peso del agua	2.17	2.68	3.1
Contenido de Humedad	13.25	13.05	13.14
Humedad promedio	13.15	13.15	13.15

Ensayo de CBR

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.83	0.001932	0.43
0.050	1.27	2.01	0.001932	1.04
0.075	1.91	2.85	0.001932	1.48
0.100	2.54	3.75	0.001932	1.94
0.125	3.18	4.65	0.001932	2.41
0.150	3.81	5.34	0.001932	2.76
0.175	4.45	5.95	0.001932	3.08
0.200	5.08	6.46	0.001932	3.34
0.300	7.62	7.41	0.001932	3.84
0.400	10.16	8.25	0.001932	4.27
0.500	12.70	9.14	0.001932	4.73

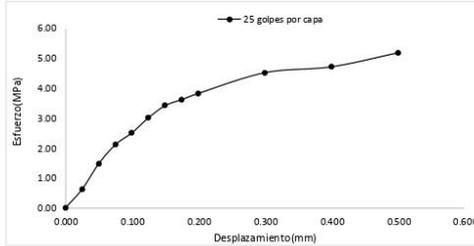


Jorge Alejandro Barrientos Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
C.I.P. N° 197384



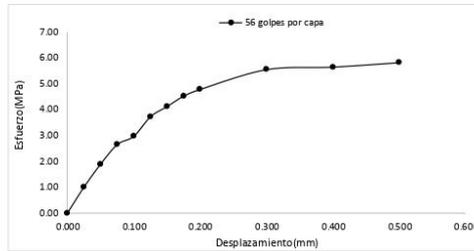
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.20	0.001932	0.62
0.050	1.27	2.85	0.001932	1.48
0.075	1.91	4.08	0.001932	2.11
0.100	2.54	4.85	0.001932	2.51
0.125	3.18	5.83	0.001932	3.02
0.150	3.81	6.61	0.001932	3.42
0.175	4.45	7.00	0.001932	3.62
0.200	5.08	7.40	0.001932	3.83
0.300	7.62	8.74	0.001932	4.52
0.400	10.16	9.12	0.001932	4.72
0.500	12.70	10.02	0.001932	5.19

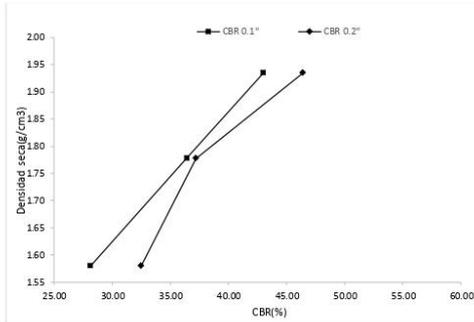


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.94	0.001932	1.00
0.050	1.27	3.65	0.001932	1.89
0.075	1.91	5.11	0.001932	2.64
0.100	2.54	5.73	0.001932	2.97
0.125	3.18	7.01	0.001932	3.72
0.150	3.81	7.95	0.001932	4.11
0.175	4.45	8.73	0.001932	4.52
0.200	5.08	9.23	0.001932	4.78
0.300	7.62	10.71	0.001932	5.54
0.400	10.16	10.9	0.001932	5.64
0.500	12.70	11.23	0.001932	5.81



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.94	6.9	28.13
12	0.2	3.34	10.3	32.46
25	0.1	2.51	6.9	36.38
25	0.2	3.83	10.3	37.19
56	0.1	2.97	6.9	42.98
56	0.2	4.78	10.3	46.38



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.58	28.13	32.46
25	1.78	36.38	37.19
56	1.93	42.98	46.38

M.D.S	1.730	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.64	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	35	%
CBR AL 100% MDS	40	%



Jorge Alejandro Barrientes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384



INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA VOLANTE DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	SUELO ARENOSO + 20% CENIZA VOLANTE - R2
SOLICITADO	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	LAREDO - LA LIBERTAD

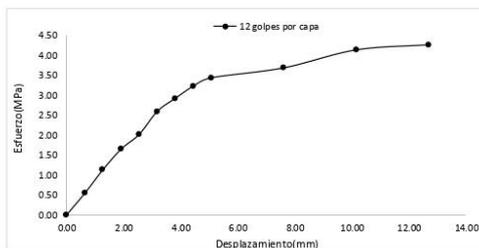
DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11641	11945	12345
Peso suelo húmedo (g)	3714	4010	4424
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.89	2.08
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.55	1.67	1.84
Contenido de humedad(%)	13.15	13.15	13.15

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56			
Rec + suelo húmedo g	98.54	88.53	89.10	94.54	87.84	84.58
Rec + suelo seco g	96.37	85.85	86.00	91.83	85.42	81.32
Peso del recipiente g	79.99	65.31	62.40	71.24	67.01	56.52
Peso del suelo seco g	16.38	20.54	23.6	20.59	18.41	24.8
Peso del agua g	2.17	2.68	3.1	2.71	2.42	3.26
Contenido de Humedad %	13.25	13.05	13.14	13.16	13.15	13.15
Humedad promedio %	13.15		13.15		13.15	

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.05	0.001932	0.54
0.050	1.27	2.18	0.001932	1.13
0.075	1.91	3.18	0.001932	1.65
0.100	2.54	3.89	0.001932	2.01
0.125	3.18	5.01	0.001932	2.59
0.150	3.81	5.64	0.001932	2.92
0.175	4.45	6.24	0.001932	3.23
0.200	5.08	6.64	0.001932	3.44
0.300	7.62	7.12	0.001932	3.69
0.400	10.16	7.99	0.001932	4.14
0.500	12.70	8.24	0.001932	4.27

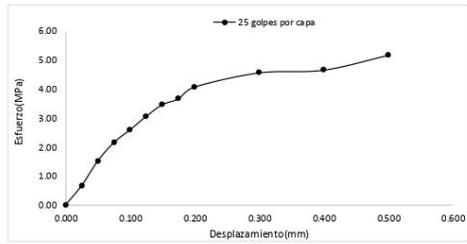


Jorge Alejandro Barrientos Vitanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



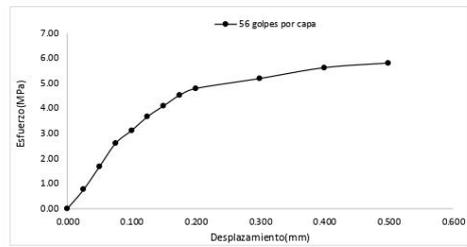
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.30	0.001932	0.67
0.050	1.27	2.95	0.001932	1.53
0.075	1.91	4.18	0.001932	2.16
0.100	2.54	5.03	0.001932	2.60
0.125	3.18	5.93	0.001932	3.07
0.150	3.81	6.71	0.001932	3.47
0.175	4.45	7.10	0.001932	3.67
0.200	5.08	7.89	0.001932	4.08
0.300	7.62	8.84	0.001932	4.58
0.400	10.16	9.02	0.001932	4.67
0.500	12.70	10.01	0.001932	5.18



Ensayo de CBR 56 golpes por capa

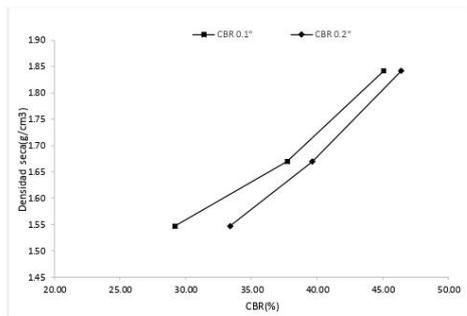
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.45	0.001932	0.75
0.050	1.27	3.24	0.001932	1.68
0.075	1.91	5.02	0.001932	2.60
0.100	2.54	6.01	0.001932	3.11
0.125	3.18	7.08	0.001932	3.66
0.150	3.81	7.91	0.001932	4.09
0.175	4.45	8.73	0.001932	4.52
0.200	5.08	9.24	0.001932	4.78
0.300	7.62	10.01	0.001932	5.18
0.400	10.16	10.84	0.001932	5.61
0.500	12.70	11.2	0.001932	5.80



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	2.01	6.9	29.18
12	0.2	3.44	10.3	33.37
25	0.1	2.60	6.9	37.73
25	0.2	4.08	10.3	39.65
56	0.1	3.11	6.9	45.08
56	0.2	4.78	10.3	46.43

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.55	29.18	33.37
25	1.67	37.73	39.65
56	1.84	45.08	46.43

M.D.S	1.740	g/cm3
95%(M.D.S)	1.65	g/cm3
CBR AL 95% MDS	40	%
CBR AL 100% MDS	45	%



Jorge Alejandro Barrantes Vitarrova  
ING. DE MATERIALES  
E.C.P. N° 197384



INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA VOLANTE DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	SUELO ARENOSO + 20% CENIZA VOLANTE - R3
SOLICITADO	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	LAREDO - LA LIBERTAD

DATOS DEL ENSAYO

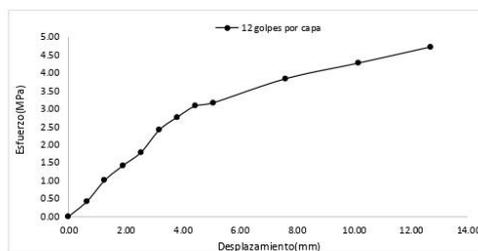
Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11458	11924	12421
Peso suelo húmedo (g)	3531	3989	4500
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.66	1.88	2.12
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.47	1.66	1.87
Contenido de humedad(%)	13.15	13.15	13.15

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	98.54	88.53	89.10
Rec + suelo seco	96.37	85.85	86.00
Peso del recipiente	79.99	65.31	62.40
Peso del suelo seco	16.38	20.54	23.6
Peso del agua	2.17	2.68	3.1
Contenido de Humedad	13.25	13.05	13.14
Humedad promedio	13.15	13.15	13.15

Ensayo de CBR

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.81	0.001932	0.42
0.050	1.27	1.95	0.001932	1.01
0.075	1.91	2.74	0.001932	1.42
0.100	2.54	3.45	0.001932	1.79
0.125	3.18	4.65	0.001932	2.41
0.150	3.81	5.34	0.001932	2.76
0.175	4.45	5.95	0.001932	3.08
0.200	5.08	6.12	0.001932	3.17
0.300	7.62	7.41	0.001932	3.84
0.400	10.16	8.25	0.001932	4.27
0.500	12.70	9.12	0.001932	4.72

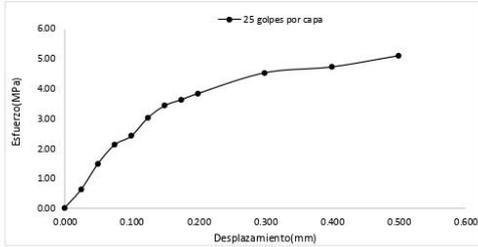


Jorge Alejandro Bertrán Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



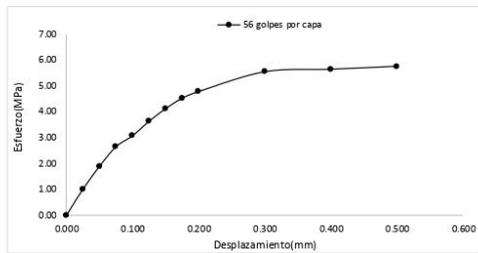
**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.20	0.001932	0.62
0.050	1.27	2.85	0.001932	1.48
0.075	1.91	4.08	0.001932	2.11
0.100	2.54	4.65	0.001932	2.41
0.125	3.18	5.83	0.001932	3.02
0.150	3.81	6.61	0.001932	3.42
0.175	4.45	7.00	0.001932	3.62
0.200	5.08	7.40	0.001932	3.83
0.300	7.62	8.74	0.001932	4.52
0.400	10.16	9.12	0.001932	4.72
0.500	12.70	9.84	0.001932	5.09

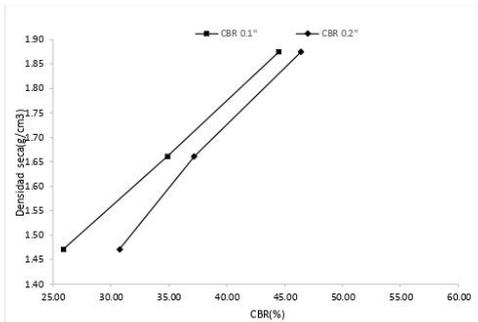


**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.94	0.001932	1.00
0.050	1.27	3.65	0.001932	1.89
0.075	1.91	5.11	0.001932	2.64
0.100	2.54	5.93	0.001932	3.07
0.125	3.18	7.01	0.001932	3.63
0.150	3.81	7.95	0.001932	4.11
0.175	4.45	8.73	0.001932	4.52
0.200	5.08	9.23	0.001932	4.78
0.300	7.62	10.71	0.001932	5.54
0.400	10.16	10.9	0.001932	5.64
0.500	12.70	11.12	0.001932	5.76



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.79	6.9	25.88
12	0.2	3.17	10.3	30.75
25	0.1	2.41	6.9	34.88
25	0.2	3.83	10.3	37.19
56	0.1	3.07	6.9	44.48
56	0.2	4.78	10.3	46.38



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.47	25.88	30.75
25	1.66	34.88	37.19
56	1.87	44.48	46.38

M.D.S	1.730	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.64	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	33	%
CBR AL 100% MDS	37	%



Jorge Alejandro Barrientos Vilaverde  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA VOLANTE DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	SUELO ARENOSO + 30% CENIZA VOLANTE - R1
SOLICITADO	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS
	:	RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	LAREDO - LA LIBERTAD

DATOS DEL ENSAYO

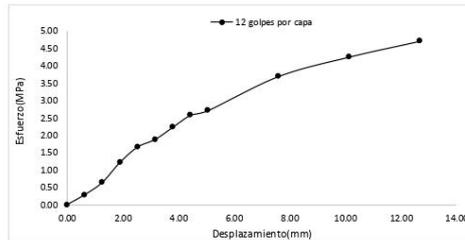
Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11450	11831	12356
Peso suelo húmedo (g)	3523	3896	4435
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.66	1.84	2.09
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.46	1.62	1.85
Contenido de humedad(%)	13.40	13.18	13.12

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	99.56	114.14	89.73
Rec + suelo seco g	96.90	111.13	86.50
Peso del recipiente g	77.67	87.93	61.77
Peso del suelo seco g	19.23	23.2	24.73
Peso del agua g	2.66	3.01	3.23
Contenido de Humedad %	13.83	12.97	13.06
Humedad promedio %	13.40	13.18	13.12

Ensayo de CBR

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.56	0.001932	0.29
0.050	1.27	1.24	0.001932	0.64
0.075	1.91	2.36	0.001932	1.22
0.100	2.54	3.21	0.001932	1.66
0.125	3.18	3.64	0.001932	1.88
0.150	3.81	4.31	0.001932	2.23
0.175	4.45	4.98	0.001932	2.58
0.200	5.08	5.24	0.001932	2.71
0.300	7.62	7.14	0.001932	3.70
0.400	10.16	8.22	0.001932	4.25
0.500	12.70	9.10	0.001932	4.71

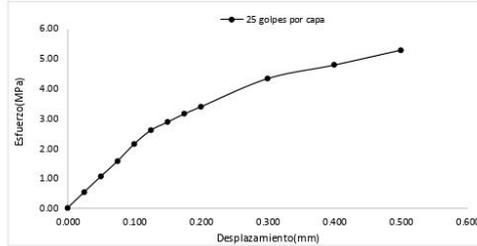


Jorge Alejandro Barrientos Villalón  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



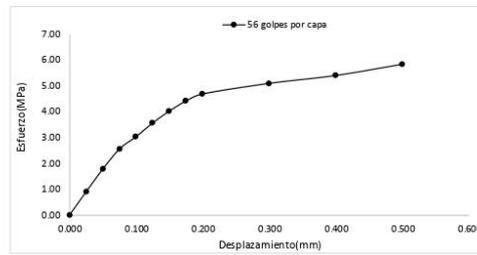
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.03	0.001932	0.53
0.050	1.27	2.04	0.001932	1.06
0.075	1.91	3.03	0.001932	1.57
0.100	2.54	4.13	0.001932	2.14
0.125	3.18	5.02	0.001932	2.60
0.150	3.81	5.55	0.001932	2.87
0.175	4.45	6.08	0.001932	3.15
0.200	5.08	6.54	0.001932	3.39
0.300	7.62	8.36	0.001932	4.33
0.400	10.16	9.24	0.001932	4.78
0.500	12.70	10.2	0.001932	5.28

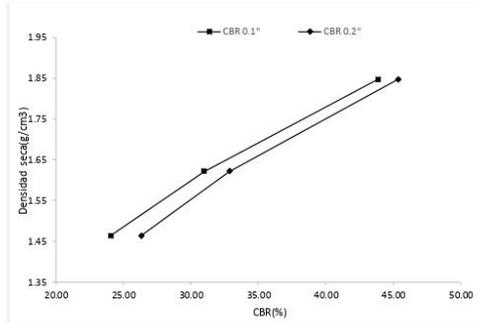


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.74	0.001932	0.90
0.050	1.27	3.43	0.001932	1.78
0.075	1.91	4.93	0.001932	2.55
0.100	2.54	5.85	0.001932	3.03
0.125	3.18	6.87	0.001932	3.56
0.150	3.81	7.76	0.001932	4.02
0.175	4.45	8.51	0.001932	4.40
0.200	5.08	9.03	0.001932	4.67
0.300	7.62	9.82	0.001932	5.08
0.400	10.16	10.41	0.001932	5.39
0.500	12.70	11.25	0.001932	5.82



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.66	6.9	24.08
12	0.2	2.71	10.3	26.33
25	0.1	2.14	6.9	30.98
25	0.2	3.39	10.3	32.86
56	0.1	3.03	6.9	43.88
56	0.2	4.67	10.3	45.38



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.46	24.08	26.33
25	1.62	30.98	32.86
56	1.85	43.88	45.38

M.D.S	1.780	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.69	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	34	%
CBR AL 100% MDS	38	%



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA VOLANTE DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	SUELO ARENOSO + 30% CENIZA VOLANTE - R2
SOLICITADO	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	LAREDO - LA LIBERTAD

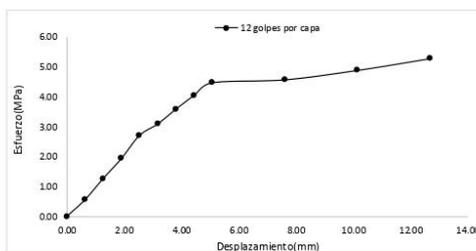
DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11984	12354	12854
Peso suelo húmedo (g)	4057	4419	4933
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.91	2.08	2.32
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.84	2.05
Contenido de humedad(%)	13.15	13.15	13.15

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	98.54	88.53	89.10
Rec + suelo seco g	96.37	85.85	86.00
Peso del recipiente g	79.99	65.31	62.40
Peso del suelo seco g	16.38	20.54	23.6
Peso del agua g	2.17	2.68	3.1
Contenido de Humedad %	13.25	13.05	13.14
Humedad promedio %	13.15	13.15	13.15

Ensayo de CBR		12 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.09	0.001932	0.56
0.050	1.27	2.45	0.001932	1.27
0.075	1.91	3.75	0.001932	1.94
0.100	2.54	5.24	0.001932	2.71
0.125	3.18	5.99	0.001932	3.10
0.150	3.81	6.94	0.001932	3.59
0.175	4.45	7.84	0.001932	4.06
0.200	5.08	8.65	0.001932	4.48
0.300	7.62	8.84	0.001932	4.58
0.400	10.16	9.45	0.001932	4.89
0.500	12.70	10.21	0.001932	5.28

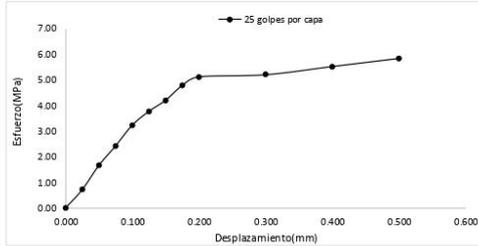


Jorge Alejandro Esmerines Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



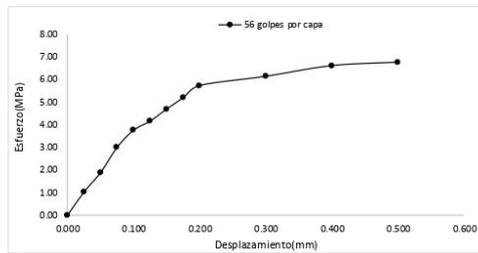
**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.38	0.001932	0.71
0.050	1.27	3.21	0.001932	1.66
0.075	1.91	4.68	0.001932	2.42
0.100	2.54	6.24	0.001932	3.23
0.125	3.18	7.29	0.001932	3.77
0.150	3.81	8.12	0.001932	4.20
0.175	4.45	9.24	0.001932	4.78
0.200	5.08	9.89	0.001932	5.12
0.300	7.62	10.05	0.001932	5.20
0.400	10.16	10.67	0.001932	5.52
0.500	12.70	11.28	0.001932	5.84

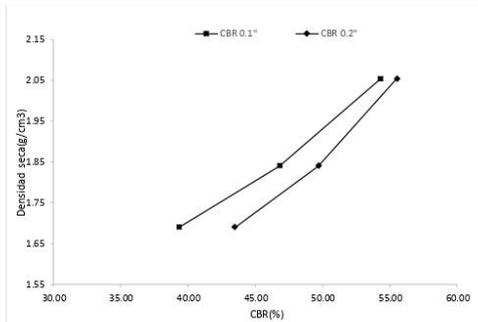


**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.97	0.001932	1.02
0.050	1.27	3.63	0.001932	1.88
0.075	1.91	5.78	0.001932	2.99
0.100	2.54	7.24	0.001932	3.75
0.125	3.18	8.01	0.001932	4.15
0.150	3.81	9.05	0.001932	4.68
0.175	4.45	10.01	0.001932	5.18
0.200	5.08	11.05	0.001932	5.72
0.300	7.62	11.84	0.001932	6.13
0.400	10.16	12.75	0.001932	6.60
0.500	12.70	13.05	0.001932	6.75



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	2.71	6.9	39.31
12	0.2	4.48	10.3	43.47
25	0.1	3.23	6.9	46.81
25	0.2	5.12	10.3	49.70
56	0.1	3.75	6.9	54.31
56	0.2	5.72	10.3	55.53



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.69	39.31	43.47
25	1.84	46.81	49.70
56	2.05	54.31	55.53

M.D.S	1.770	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.68	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	50	%
CBR AL 100% MDS	54	%



Jorge Augusto Barrientos Vitelesova  
ING. DE MATERIALES  
R.C.I.P. N° 197384



INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883

PROYECTO	:	ESTABILIZACION DE SUELOS CON CENIZA VOLANTE DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD - 2022
MUESTRA	:	SUELO ARENOSO + 30% CENIZA VOLANTE - R3
SOLICITADO	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRIGUEZ BARRETO, MIGUEL ANGEL
UBICACIÓN	:	LAREDO - LA LIBERTAD

DATOS DEL ENSAYO

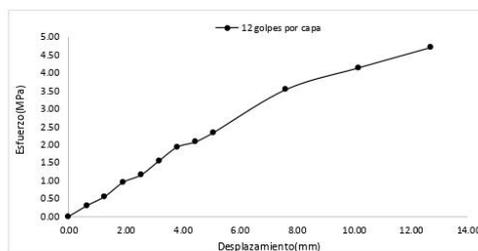
Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11284	11584	11845
Peso suelo húmedo (g)	3357	3649	3924
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.72	1.85
Densidad seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.40	1.52	1.69
Contenido de humedad(%)	13.15	13.15	13.15

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56			
Rec + suelo húmedo	98.54	88.53	89.10	94.54	87.84	84.58
Rec + suelo seco	96.37	85.85	86.00	91.83	85.42	81.32
Peso del recipiente	79.99	65.31	62.40	71.24	67.01	56.52
Peso del suelo seco	16.38	20.54	23.6	20.59	18.41	24.8
Peso del agua	2.17	2.68	3.1	2.71	2.42	3.26
Contenido de Humedad	13.25	13.05	13.14	13.16	13.15	13.15
Humedad promedio	13.15		13.15		13.15	

Ensayo de CBR

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.58	0.001932	0.30
0.050	1.27	1.08	0.001932	0.56
0.075	1.91	1.84	0.001932	0.95
0.100	2.54	2.24	0.001932	1.16
0.125	3.18	3.01	0.001932	1.56
0.150	3.81	3.74	0.001932	1.94
0.175	4.45	4.02	0.001932	2.08
0.200	5.08	4.52	0.001932	2.34
0.300	7.62	6.84	0.001932	3.54
0.400	10.16	8.01	0.001932	4.15
0.500	12.70	9.11	0.001932	4.72

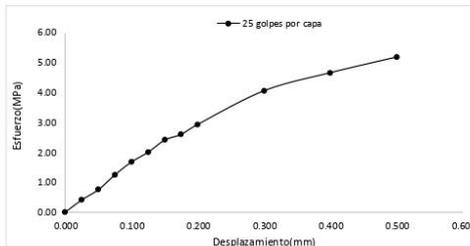


Jorge Alejandro Barrios Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384



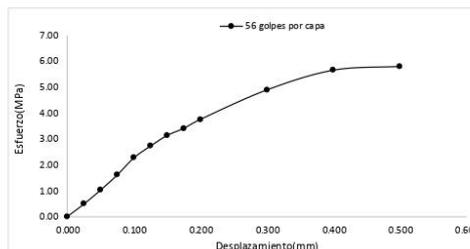
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.79	0.001932	0.41
0.050	1.27	1.45	0.001932	0.75
0.075	1.91	2.41	0.001932	1.25
0.100	2.54	3.24	0.001932	1.68
0.125	3.18	3.87	0.001932	2.00
0.150	3.81	4.65	0.001932	2.41
0.175	4.45	5.02	0.001932	2.60
0.200	5.08	5.67	0.001932	2.93
0.300	7.62	7.84	0.001932	4.06
0.400	10.16	9.01	0.001932	4.66
0.500	12.70	10.02	0.001932	5.19

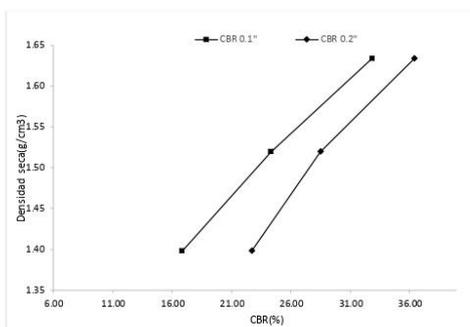


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.94	0.001932	0.49
0.050	1.27	1.98	0.001932	1.02
0.075	1.91	3.11	0.001932	1.61
0.100	2.54	4.38	0.001932	2.27
0.125	3.18	5.26	0.001932	2.72
0.150	3.81	6.05	0.001932	3.13
0.175	4.45	6.58	0.001932	3.41
0.200	5.08	7.25	0.001932	3.75
0.300	7.62	9.45	0.001932	4.89
0.400	10.16	10.92	0.001932	5.65
0.500	12.70	11.2	0.001932	5.80



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.16	6.9	16.80
12	0.2	2.34	10.3	22.71
25	0.1	1.68	6.9	24.30
25	0.2	2.93	10.3	28.49
56	0.1	2.27	6.9	32.86
56	0.2	3.75	10.3	36.43



GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.40	16.80	22.71
25	1.52	24.30	28.49
56	1.63	32.86	36.43

M.D.S	1.79	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.70	g/cm <sup>3</sup>
CBR AL 95% MDS	28	%
CBR AL 100% MDS	33	%



Jorge Alejandro Barrientos Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384

Calicata	Muestra	Penetración	CBR – 100% DE M.D.S		CBR – 95% DE M.D.S		
			Muestra	Promedio	Muestra		Promedio
C1	0%	0.1	31.0	29.7	29.00	0%	27.3
		0.1	28.0		26.00		
		0.1	30.0		27.00		
	10%	0.1	43.0	43.7	38.00	10%	39.3
		0.1	50.0		47.00		
		0.1	38.0		33.00		
	20%	0.1	40.0	40.7	35.00	20%	36.0
		0.1	45.0		40.00		
		0.1	37.0		33.00		
	30%	0.1	38.0	41.7	34.00	30%	37.3
		0.1	54.0		50.00		
		0.1	33.0		28.00		
C2	0%	0.1	32.0	31.7	28.00	0%	27.7
		0.1	29.0		26.00		
		0.1	34.0		29.00		
	10%	0.1	45.0	47.0	39.00	10%	41.3
		0.1	47.0		48.00		
		0.1	49.1		37.00		
	20%	0.1	39.0	42.5	42.00	20%	39.3
		0.1	42.5		39.00		
		0.1	46.0		37.00		
	30%	0.1	47.0	46.0	44.00	30%	43.7
		0.1	50.0		48.00		
		0.1	41.0		39.00		
C3	0%	0.1	34.5	33.2	28.50	0%	28.1
		0.1	36.0		29.90		
		0.1	29.0		25.90		
	10%	0.1	45.0	46.0	43.00	10%	43.7
		0.1	50.0		47.00		
		0.1	43.0		41.00		
	20%	0.1	43.2	40.2	41.00	20%	38.0
		0.1	39.4		38.00		
		0.1	38.0		35.00		
	30%	0.1	40.0	44.9	37.50	30%	42.1
		0.1	49.0		46.80		
		0.1	45.7		42.10		
C4	0%	0.1	32.0	34.2	27.80	0%	28.3
		0.1	34.5		29.00		
		0.1	36.0		28.00		
	10%	0.1	42.0	47.3	39.60	10%	45.6
		0.1	48.0		46.20		
		0.1	52.0		50.90		
	20%	0.1	41.4	43.1	39.10	20%	40.6
		0.1	38.0		35.00		
		0.1	49.9		47.80		
	30%	0.1	43.0	45.7	41.30	30%	39.9
		0.1	45.0		41.60		
		0.1	49.0		36.90		
C5	0%	0.1	34.0	34.3	29.00	0%	28.0
		0.1	35.0		27.00		
		0.1	34.0		28.00		
	10%	0.1	45.0	46.5	42.50	10%	44.5
		0.1	48.3		45.80		
		0.1	46.1		45.20		
	20%	0.1	39.0	42.4	37.10	20%	40.2
		0.1	46.0		43.80		
		0.1	42.2		39.80		
	30%	0.1	51.0	44.1	48.20	30%	41.2
		0.1	43.4		40.10		
		0.1	38.0		35.20		

## Anexo 25. Ensayo de Proctor modificado a muestras con 0%, 10%, 20% y 30%



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Materiales Cerámicos y Suelos

### ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO (NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )

<b>PROYECTO</b>	:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	:	SUELO NATURAL + 10% DE CENIZA R1
<b>RESPONSABLES</b>	:	AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	:	LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

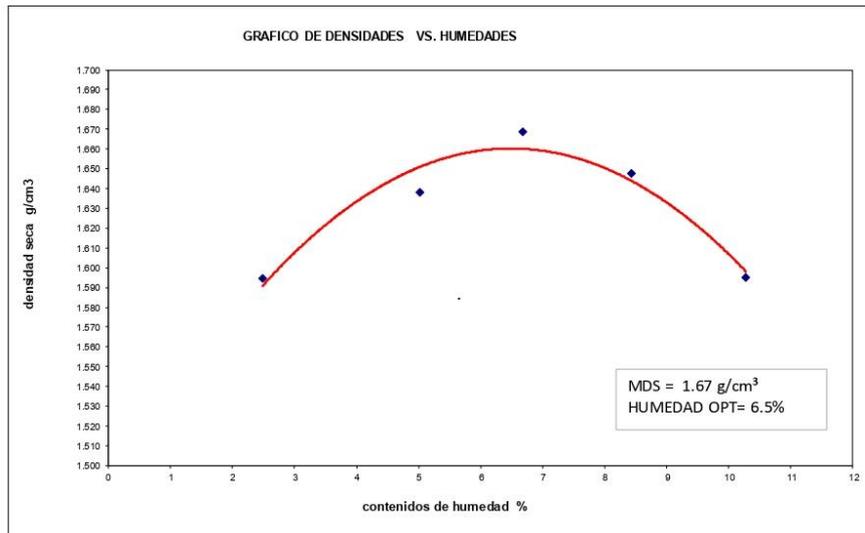
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

#### DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5097.00	5178.00	5234.00	5240.00	5214.00
Peso del suelo húmedo	g	1537.00	1618.00	1674.00	1680.00	1654.00
Humedad calculada	%	2.49	5.02	6.68	8.43	10.28
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.634	1.721	1.780	1.786	1.759
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.595	1.638	1.669	1.648	1.595

#### Contenidos de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	151	150.2	149.6	151.4	154.2	153.8	159.3	165.84	175.84	
Rec + suelo seco	g	148.7	148.5	147.1	146.3	146.74	149.24	147.3	153.47	159.54	168
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	80.45	81.45	75.45	76.48	70.25	84.25	99.56	90
Peso del suelo seco	g	82.66	77.54	66.65	64.85	71.29	72.76	77.05	69.22	59.98	78.00
Peso del agua	g	2.30	1.70	3.30	3.30	4.66	4.96	6.50	5.83	6.30	7.84
Contenido de Humedad	%	2.78	2.19	4.95	5.09	6.54	6.82	8.44	8.42	10.50	10.05
Humedad promedio	%	2.49		5.02		6.68		8.43		10.28	





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: SUELO NATURAL + 10% DE CENIZA R2
<b>RESPONSABLES</b>	: AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

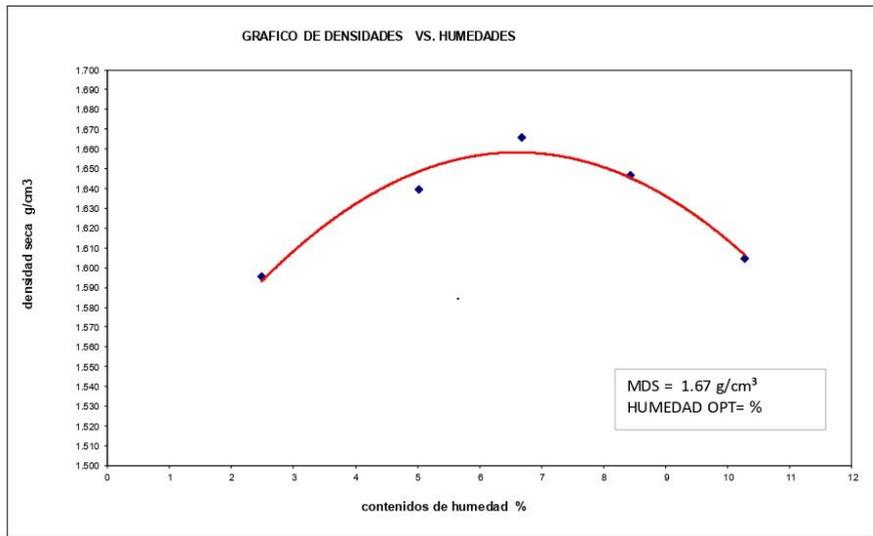
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5098.00	5179.00	5231.00	5239.00	5224.00
Peso del suelo húmedo	g	1538.00	1619.00	1671.00	1679.00	1664.00
Humedad calculada	%	2.49	5.02	6.68	8.43	10.28
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.635	1.722	1.777	1.785	1.769
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.596	1.639	1.666	1.647	1.605

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	151	150.2	150.4	149.6	151.4	154.2	153.8	159.3	165.84	175.84
Rec + suelo seco	g	148.7	148.5	147.1	146.3	146.74	149.24	147.3	153.47	159.54	168
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	80.45	81.45	75.45	76.48	70.25	84.25	99.56	90
Peso del suelo seco	g	82.66	77.54	66.65	64.85	71.29	72.76	77.05	69.22	59.98	78.00
Peso del agua	g	2.30	1.70	3.30	3.30	4.66	4.96	6.50	5.83	6.30	7.84
Contenido de Humedad	%	2.78	2.19	4.95	5.09	6.54	6.82	8.44	8.42	10.50	10.05
Humedad promedio	%	2.49		5.02		6.68		8.43		10.28	



Jorge Luis Agreda Alfaro  
 Ingeniero de Materiales  
 CIP N° 187384





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: SUELO NATURAL + 10% DE CENIZAR3
<b>RESPONSABLES</b>	: AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

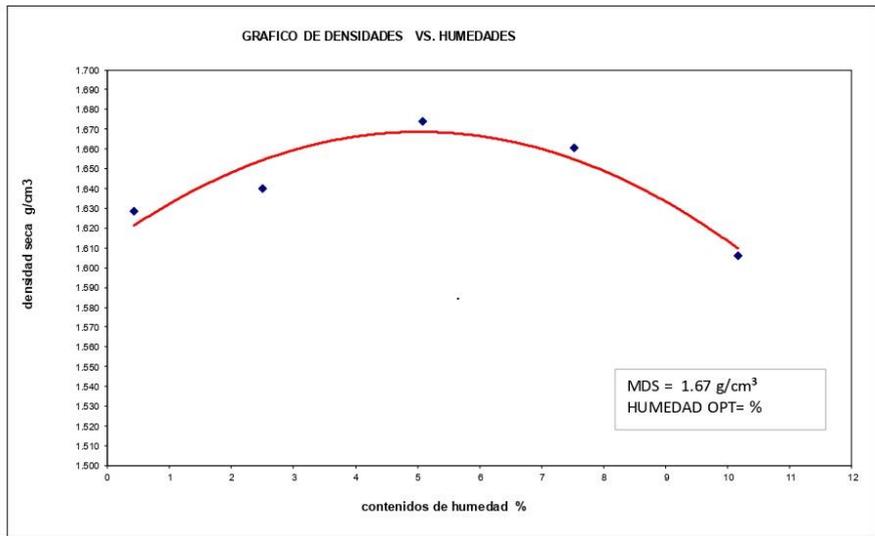
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5098.00	5141.00	5214.00	5239.00	5224.00
Peso del suelo húmedo	g	1538.00	1581.00	1654.00	1679.00	1664.00
Humedad calculada	%	0.43	2.51	5.08	7.52	10.16
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.635	1.681	1.759	1.785	1.769
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.628	1.640	1.674	1.661	1.606

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	129.46	133.49	143.87	135.98	133.65	134.77	141.37	125.19	128.24	131.42
Rec + suelo seco	g	129.22	133.12	142.2	134.26	130.3	131.33	136.49	120.4	121.8	125.1
Peso del recipiente	g	58.74	62.35	74.89	66.38	64.12	63.87	71.46	56.85	57.96	63.37
Peso del suelo seco	g	70.48	70.77	67.31	67.88	66.18	67.46	65.03	63.55	63.84	61.73
Peso del agua	g	0.24	0.37	1.67	1.72	3.35	3.44	4.88	4.79	6.44	6.32
Contenido de Humedad	%	0.34	0.52	2.48	2.53	5.06	5.10	7.50	7.54	10.09	10.24
Humedad promedio	%	0.43		2.51		5.08		7.52		10.16	



Jorge Alfredo Barreda Villavicencio  
 ING. DE MATERIALES  
 C.A.P. N° 197384





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: SUELO NATURAL + 20% DE CENIZA R1
<b>RESPONSABLES</b>	: AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

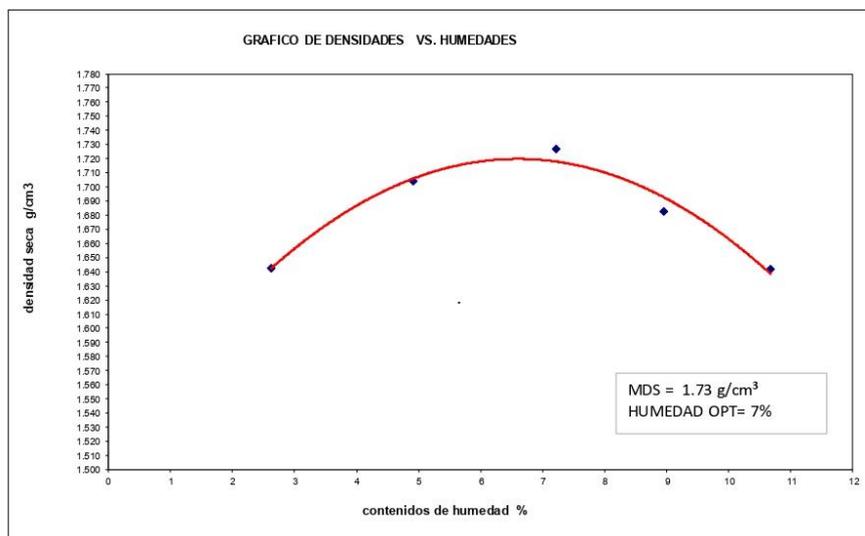
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g 5145.00	5241.00	5301.00	5284.00	5269.00
Peso del suelo húmedo	g 1585.00	1681.00	1741.00	1724.00	1709.00
Humedad calculada	% 2.62	4.92	7.23	8.96	10.68
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup> 1.685	1.788	1.851	1.833	1.817
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup> 1.642	1.704	1.727	1.683	1.642

**Contenidos de humedad**

Muestra #	1	2	3	4	5
Recipiente #					
Rec + suelo húmedo	g 151.12	150.1	150.7	151.3	155.1
Rec + suelo seco	g 148.6	148.4	147.2	147.4	146.74
Peso del recipiente	g 66.05	70.95	85.47	83.12	75.45
Peso del suelo seco	g 82.55	77.45	61.73	64.28	71.29
Peso del agua	g 2.52	1.70	2.90	3.30	4.56
Contenido de Humedad	% 3.05	2.19	4.70	5.13	6.40
Humedad promedio	% 2.62	4.92	7.23	8.96	10.68



Ing. José María Barrantes Alales  
 Ing. de MATEMÁTICAS  
 C.I.P. N° 1917384





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: SUELO NATURAL + 20% DE CENIZA R2
<b>RESPONSABLES</b>	: AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

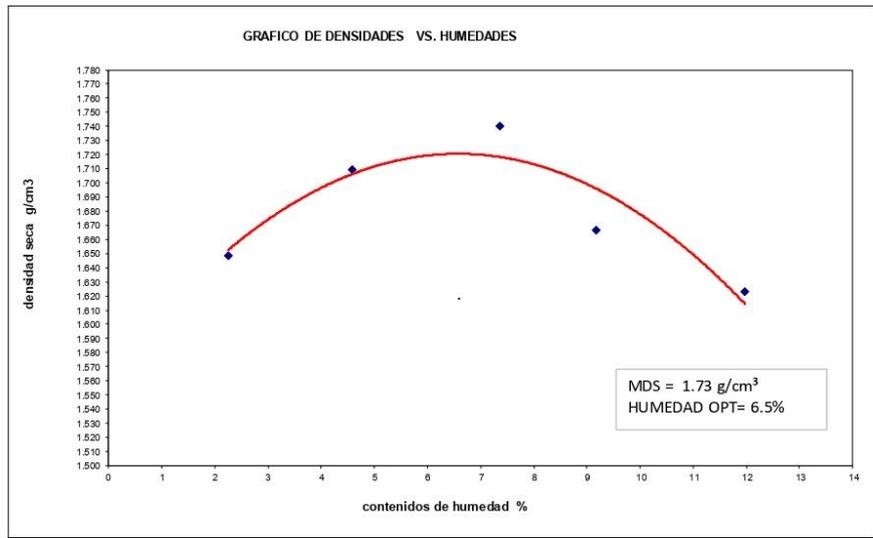
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5145.00	5241.00	5317.00	5271.00	5269.00
Peso del suelo húmedo	g	1585.00	1681.00	1757.00	1711.00	1709.00
Humedad calculada	%	2.25	4.58	7.36	9.17	11.98
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.685	1.788	1.868	1.819	1.817
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.648	1.709	1.740	1.667	1.623

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	143.6	145.4	147.9	148.4	149.56	151.6	155.7	158.3	167.5	170
Rec + suelo seco	g	142	143.7	145	145.2	145.8	147.9	151.8	153.4	161.6	164
Peso del recipiente	g	67.15	71.99	72.65	83.02	96.48	95.69	102.3	106.6	118.8	105
Peso del suelo seco	g	74.85	71.71	72.35	62.18	49.32	52.21	49.50	46.80	42.80	59.00
Peso del agua	g	1.60	1.70	2.90	3.20	3.76	3.70	3.90	4.90	5.90	6.00
Contenido de Humedad	%	2.14	2.37	4.01	5.15	7.62	7.09	7.88	10.47	13.79	10.17
Humedad promedio	%	2.25		4.58		7.36		9.17		11.98	



Ing. Miguel Ángel Rodríguez Barreto  
 Ing. de Materiales  
 C.I.P. N° 197384





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: SUELO NATURAL + 20% DE CENIZAR3
<b>RESPONSABLES</b>	: AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

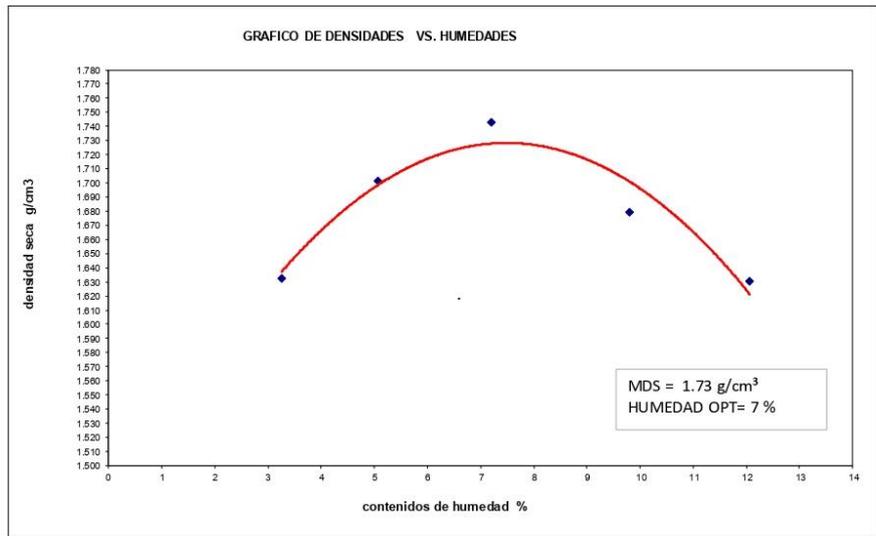
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5145.00	5241.00	5317.00	5294.00	5278.00
Peso del suelo húmedo	g	1585.00	1681.00	1757.00	1734.00	1718.00
Humedad calculada	%	3.25	5.07	7.20	9.80	12.06
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.685	1.788	1.868	1.844	1.827
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.632	1.701	1.743	1.679	1.630

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	151.1	151.2	147.8	149.3	148.66	152.6	155.4	159.4	167.4	170.2
Rec + suelo seco	g	148.6	148.5	145.1	145.3	145.99	147.9	151.9	153.5	161.5	164.1
Peso del recipiente	g	66.02	70.96	72.63	83.01	96.48	95.69	102.4	106.4	118.7	105.12
Peso del suelo seco	g	82.58	77.54	72.47	62.29	49.51	52.21	49.50	47.10	42.80	58.98
Peso del agua	g	2.50	2.70	2.70	4.00	2.67	4.70	3.50	5.90	5.90	6.10
Contenido de Humedad	%	3.03	3.48	3.73	6.42	5.39	9.00	7.07	12.53	13.79	10.34
Humedad promedio	%	3.25		5.07		7.20		9.80		12.06	



Jorge Alfredo Barrios Viqueira  
 Ing. DE MATERIALES  
 R. CIP. N° 191384





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: SUELO NATURAL + 30% CENIZA R1
<b>RESPONSABLES</b>	: AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

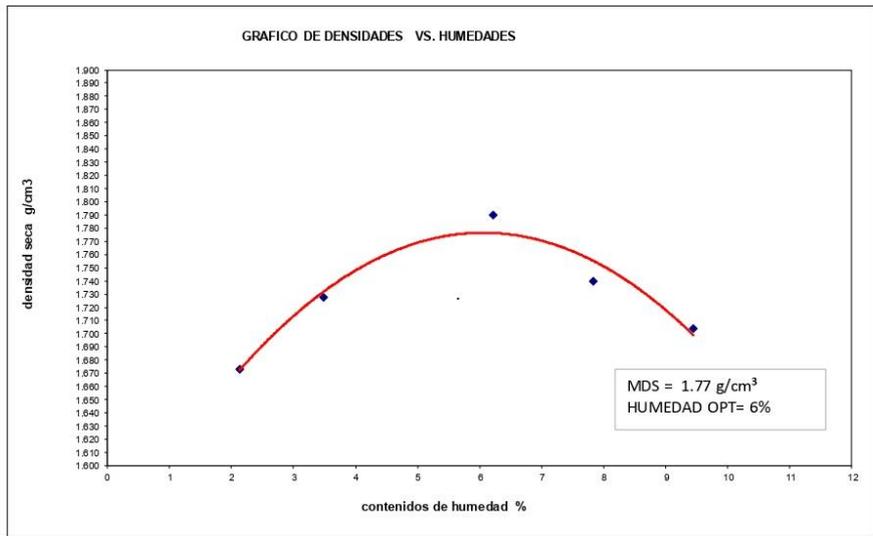
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5167.00	5241.00	5348.00	5324.00	5314.00
Peso del suelo húmedo	g	1607.00	1681.00	1788.00	1764.00	1754.00
Humedad calculada	%	2.13	3.48	6.22	7.84	9.45
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.709	1.788	1.901	1.876	1.865
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.673	1.727	1.790	1.739	1.704

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	141.21	144.12	150.51	149.41	153.4	156.62	163.62	170.01	176.8	187.43
Rec + suelo seco	g	139.21	142.98	148.15	146.84	148.6	151.45	158.3	162.4	171.7	177.32
Peso del recipiente	g	65.02	69.85	74.54	78.45	69.06	70.86	85.45	71.55	100.64	91.11
Peso del suelo seco	g	74.19	73.13	73.61	68.39	79.54	80.59	72.85	90.85	71.06	86.21
Peso del agua	g	2.00	1.14	2.36	2.57	4.80	5.17	5.32	7.61	5.10	10.11
Contenido de Humedad	%	2.70	1.56	3.21	3.76	6.03	6.42	7.30	8.38	7.18	11.73
Humedad promedio	%	2.13		3.48		6.22		7.84		9.45	





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: SUELO NATURAL + 30% CENIZA R2
<b>RESPONSABLES</b>	: AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

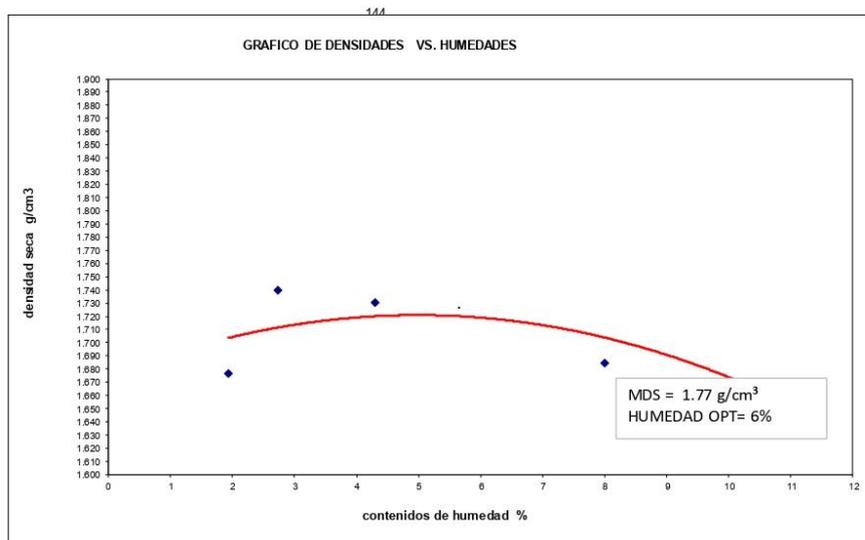
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5167.00	5241.00	5257.00	5271.00	5294.00
Peso del suelo húmedo	g	1607.00	1681.00	1697.00	1711.00	1734.00
Humedad calculada	%	1.93	2.73	4.30	8.01	10.99
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.709	1.788	1.805	1.819	1.844
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.676	1.740	1.730	1.685	1.661

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	134.6	126.7	120.5	122.6	113.93	114.72	150.21	153.9	180.46	179.72
Rec + suelo seco	g	133.4	125.6	119.4	121.8	112.42	112.71	143.45	147.45	172.41	171.41
Peso del recipiente	g	67.15	71.97	86.49	84.12	71.16	71.97	89	70.84	99.48	95.47
Peso del suelo seco	g	66.25	53.63	32.91	37.68	41.26	40.74	89.00	76.61	72.93	75.94
Peso del agua	g	1.20	1.10	1.10	0.80	1.51	2.01	6.76	6.45	8.05	8.31
Contenido de Humedad	%	1.81	2.05	3.34	2.12	3.66	4.93	7.60	8.42	11.04	10.94
Humedad promedio	%	1.93		2.73		4.30		8.01		10.99	



JOSÉ ALFARO, SARA DAMARIS  
ING. DE MATERIALES  
C.E.P. N° 191384





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAPA DE AFIRMADO, C.P. CONACHE, DISTRITO LAREDO, LA LIBERTAD 2022
<b>MUESTRA</b>	: SUELO NATURAL + 30% CENIZA R3
<b>RESPONSABLES</b>	: AGREDA ALFARO, SARA DAMARIS RODRÍGUEZ BARRETO, MIGUEL ÁNGEL
<b>UBICACIÓN</b>	: LAREDO - LA LIBERTAD

Volumen molde: 940.41 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

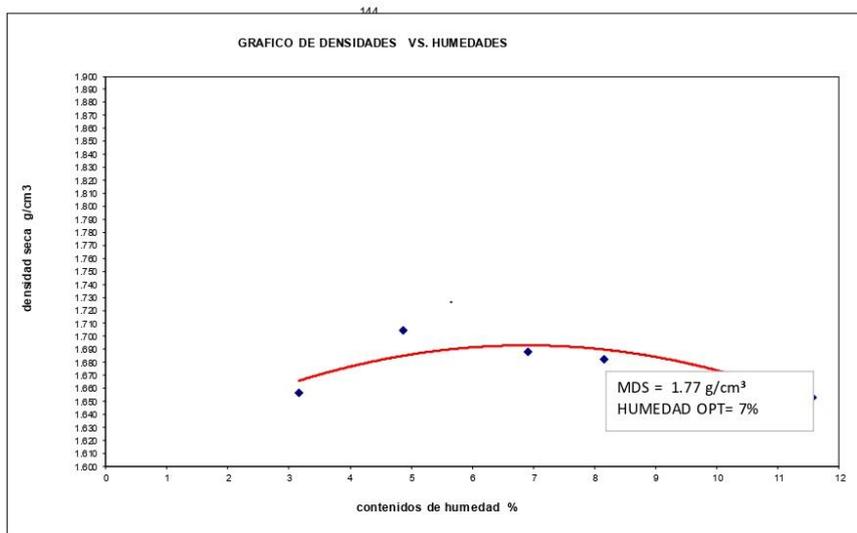
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5167.00	5241.00	5257.00	5271.00	5294.00
Peso del suelo húmedo	g	1607.00	1681.00	1697.00	1711.00	1734.00
Humedad calculada	%	3.17	4.87	6.92	8.16	11.57
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.709	1.788	1.805	1.819	1.844
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.656	1.705	1.688	1.682	1.653

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	150.3	153.5	151.31	156.22	160.4	165.1	158.3	159.8	170.91	174.61
Rec + suelo seco	g	148.9	149.9	147.9	152.63	155.21	158.92	150.45	154.9	165.32	167.51
Peso del recipiente	g	67.15	71.97	71.97	84.12	74.45	75.45	97.59	95.68	116.62	106.65
Peso del suelo seco	g	81.75	77.93	75.93	68.51	80.76	83.47	97.59	59.22	48.70	60.86
Peso del agua	g	1.40	3.60	3.41	3.59	5.19	6.18	7.85	4.90	5.59	7.10
Contenido de Humedad	%	1.71	4.62	4.49	5.24	6.43	7.40	8.04	8.27	11.48	11.67
Humedad promedio	%	3.17		4.87		6.92		8.16		11.57	



Ing. José Agustín Barreto Alvarado  
 ING. DE MATERIALES  
 C.A.T. N° 191304



Calicata	Muestra	W% OPTIMA		Max. Dens. Seca (g/cm3)	
		Muestra	Prom.	Muestra	Prom.
C1	0%	5.9%	5.8%	1.649	1.655
		5.8%		1.655	
		5.7%		1.660	
	10%	6.5%	6.5%	1.670	1.670
		6.5%		1.670	
		6.5%		1.670	
	20%	7.0%	6.8%	1.730	1.730
		6.5%		1.730	
		7.0%		1.730	
	30%	6.0%	6.3%	1.770	1.770
		6.0%		1.770	
		7.0%		1.770	
C2	0%	5.9%	5.7%	1.630	1.660
		5.7%		1.660	
		5.5%		1.690	
	10%	6.5%	6.7%	1.700	1.692
		6.7%		1.690	
		6.8%		1.685	
	20%	7.1%	7.0%	1.750	1.734
		7.0%		1.713	
		6.8%		1.739	
	30%	6.3%	6.5%	1.746	1.762
		6.5%		1.771	
		6.6%		1.769	
C3	0%	5.7%	5.9%	1.661	1.656
		5.9%		1.656	
		6.0%		1.651	
	10%	6.7%	6.8%	1.682	1.675
		6.8%		1.680	
		7.0%		1.662	
	20%	7.1%	7.3%	1.728	1.743
		7.3%		1.740	
		7.4%		1.760	
	30%	7.1%	6.9%	1.779	1.780
		6.9%		1.781	
		6.8%		1.780	
C4	0%	5.9%	6.0%	1.638	1.659
		6.0%		1.659	
		6.1%		1.681	
	10%	6.8%	7.0%	1.701	1.685
		7.0%		1.664	
		7.1%		1.689	
	20%	7.3%	7.3%	1.760	1.741
		7.3%		1.742	
		7.4%		1.720	
	30%	6.8%	6.7%	1.758	1.764
		6.7%		1.770	
		6.5%		1.765	
C5	0%	7.2%	7.0%	1.650	1.616
		7.0%		1.548	
		6.8%		1.649	
	10%	7.9%	7.9%	1.642	1.651
		7.9%		1.650	
		7.8%		1.660	
	20%	7.9%	8.0%	1.718	1.720
		8.2%		1.720	
		7.9%		1.721	
	30%	7.4%	7.4%	1.758	1.763
		7.5%		1.760	
		7.4%		1.770	

**Anexo 26.** *Conteo de tráfico en el centro poblado Conache.*

DÍA: LUNES

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMION			SUMA
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	4 E	
05-06	2	1	0	0	0	0	0	0	3
06-07	7	2	2	2	0	1	0	1	15
07-08	9	3	2	1	0	2	0	0	17
08-09	9	2	2	1	0	0	1	0	15
09-10	9	1	1	1	0	1	0	0	13
10-11	11	3	3	3	0	1	0	0	21
11-12	13	2	2	1	0	0	1	0	19
12-13	10	2	2	3	1	1	1	0	20
13-14	7	1	1	1	0	2	0	0	12
14-15	9	3	1	2	0	1	1	1	18
15-16	6	1	3	0	0	2	0	0	12
16-17	9	3	4	2	0	1	1	0	20
17-18	7	4	3	1	0	0	1	0	16
18-19	6	1	2	2	1	1	1	1	15
19-20	7	1	3	2	0	0	0	0	13
20-21	3	2	0	1	0	1	0	0	7
<b>PARCIAL:</b>	<b>124</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>236</b>

DÍA: MARTES

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMION			SUMA
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	4 E	
05-06	1	1	0	0	1	0	0	0	3
06-07	5	2	2	2	0	1	0	1	13
07-08	8	3	2	1	0	2	0	0	16
08-09	9	2	2	1	0	2	0	0	16
09-10	7	1	1	1	0	1	0	0	11
10-11	8	3	0	3	0	2	1	0	17
11-12	10	2	2	1	0	0	1	0	16
12-13	8	2	1	2	1	1	1	0	16
13-14	7	1	1	1	0	2	0	0	12
14-15	9	3	0	2	0	1	1	1	17
15-16	10	1	3	3	0	2	0	0	19
16-17	9	3	1	2	0	1	1	0	17
17-18	6	2	3	1	0	2	1	0	15
18-19	8	2	2	2	2	1	1	1	19
19-20	7	1	1	2	0	0	0	0	11
20-21	3	2	0	1	0	1	0	0	7
<b>PARCIAL:</b>	<b>115</b>	<b>31</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>225</b>

DÍA: MIERCOLES

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMION			SUMA
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	4 E	
05-06	0	1	0	0	0	0	0	0	1
06-07	7	1	2	2	0	0	0	1	13
07-08	8	0	2	0	0	2	0	0	12
08-09	6	2	2	1	0	2	1	0	14
09-10	5	1	0	1	0	1	0	0	8
10-11	15	3	2	1	0	0	1	0	22
11-12	8	2	5	1	0	0	1	0	17
12-13	7	2	0	3	1	3	1	0	17
13-14	5	1	5	1	0	1	1	0	14
14-15	9	3	4	2	0	2	1	0	21
15-16	7	1	3	3	0	2	0	0	16
16-17	10	3	1	2	0	1	1	0	18
17-18	4	2	3	1	0	2	1	0	13
18-19	2	2	2	2	2	1	1	0	12
19-20	5	1	3	2	0	0	0	0	11
20-21	3	2	0	1	0	1	0	0	7
<b>PARCIAL:</b>	<b>101</b>	<b>27</b>	<b>34</b>	<b>23</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>216</b>

DÍA: JUEVES

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMION			SUMA
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	4 E	
05-06	1	1	0	0	1	0	0	0	3
06-07	7	0	2	0	0	0	0	1	10
07-08	9	1	2	1	0	1	0	0	14
08-09	10	2	2	1	0	1	1	0	17
09-10	6	1	1	1	0	1	0	0	10
10-11	13	1	2	0	0	2	1	0	19
11-12	5	2	0	1	0	0	1	0	9
12-13	6	2	2	0	1	0	1	0	12
13-14	8	0	1	1	0	2	0	0	12
14-15	9	3	2	2	0	1	1	1	19
15-16	7	0	3	1	0	2	0	0	13
16-17	9	3	1	2	0	1	1	0	17
17-18	11	2	3	0	0	2	1	0	19
18-19	6	2	2	0	2	1	1	2	16
19-20	5	1	0	2	0	0	0	0	8
20-21	3	2	0	1	0	1	0	0	7
<b>PARCIAL:</b>	<b>115</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>205</b>

DÍA: VIERNES

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMION			SUMA
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	4 E	
05-06	1	1	0	0	1	0	0	0	3
06-07	5	2	1	2	0	1	0	0	11
07-08	6	3	2	1	0	2	0	0	14
08-09	4	2	0	1	0	2	1	0	10
09-10	7	1	1	1	0	1	0	0	11
10-11	9	1	0	0	0	2	1	0	13
11-12	6	2	1	1	0	0	1	0	11
12-13	11	2	3	0	1	3	1	0	21
13-14	8	0	2	1	0	2	0	0	13
14-15	7	3	4	2	0	1	1	0	18
15-16	6	1	3	3	0	2	0	0	15
16-17	4	3	4	2	0	1	1	0	15
17-18	3	4	3	1	0	2	1	0	14
18-19	4	2	2	2	2	1	1	0	14
19-20	5	1	1	2	0	0	0	0	9
20-21	3	2	0	1	0	1	0	0	7
<b>PARCIAL:</b>	<b>89</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>199</b>

DÍA: SABADO

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMION			SUMA
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	4 E	
05-06	2	1	0	0	1	0	0	0	4
06-07	6	2	1	2	0	1	0	1	13
07-08	8	3	2	1	0	2	0	0	16
08-09	5	2	2	1	0	2	1	0	13
09-10	7	3	1	1	0	1	0	0	13
10-11	5	3	2	3	0	2	1	0	16
11-12	10	2	1	1	0	0	1	0	15
12-13	7	2	4	3	1	3	1	0	21
13-14	5	1	3	1	0	2	0	0	12
14-15	6	3	4	2	0	1	1	1	18
15-16	8	2	3	3	0	2	0	0	18
16-17	5	3	4	2	0	1	1	0	16
17-18	7	4	3	1	0	2	1	0	18
18-19	8	2	1	2	2	1	1	2	19
19-20	7	1	3	2	0	0	0	0	13
20-21	5	2	0	1	0	1	0	0	9
<b>PARCIAL:</b>	<b>101</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>234</b>

DÍA: DOMINGO

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMION			SUMA
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	4 E	
05-06	1	1	0	0	0	0	0	0	2
06-07	7	2	2	2	0	1	0	0	14
07-08	8	1	0	0	0	2	0	0	11
08-09	5	2	2	0	0	2	1	0	12
09-10	5	1	1	1	0	1	0	0	9
10-11	3	3	1	0	0	1	1	0	9
11-12	8	5	5	1	0	0	1	0	20
12-13	7	2	2	1	1	1	1	0	15
13-14	9	1	2	1	0	2	0	0	15
14-15	6	3	4	2	0	1	0	0	16
15-16	6	1	3	1	0	1	0	0	12
16-17	4	1	0	2	0	1	1	0	9
17-18	3	0	3	1	0	0	1	0	8
18-19	6	2	2	0	1	1	0	1	13
19-20	5	1	3	1	0	0	0	0	10
20-21	2	2	0	0	0	1	0	0	5
<b>PARCIAL:</b>	<b>85</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>180</b>

**Anexo 27. Número de repeticiones de ejes equivalentes**

**RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR**

	HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMION		
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	4 E
LUNES	05:00	124	32	31	23	2	14	7	3
	21:00								
	<b>Total</b>	<b>124</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
MARTES	05:00	115	31	21	25	4	19	7	3
	21:00								
	<b>Total</b>	<b>115</b>	<b>31</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
MIÉRCOLES	05:00	101	27	34	23	3	18	9	1
	21:00								
	<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>27</b>	<b>34</b>	<b>23</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>1</b>
JUEVES	05:00	115	23	23	13	4	15	8	4
	21:00								
	<b>Total</b>	<b>115</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>4</b>
VIERNES	05:00	89	30	27	20	4	21	8	0
	21:00								
	<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>0</b>
SÁBADO	05:00	101	36	34	26	4	21	8	4
	21:00								
	<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>4</b>
DOMINGO	05:00	85	28	30	13	2	15	6	1
	21:00								
	<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>1</b>

**CÁLCULO DE IMDs, IMDA**

$$IMD_s = \frac{Vl + Vm + Vmi + Vj + Vv + V_s + Vd}{7}$$

$$IMDA = IMD_s \times Fc$$

		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMION			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	4 E	
IMD s		104.2857	29.5714	28.5714	20.4286	3.2857	17.5714	7.5714	2.2857	
	<b>Total</b>	104.2857	29.5714	28.5714	20.4286	3.2857	17.5714	7.5714	2.2857	
Factor de Corrección	Vehículo Ligero (mayo)						1.0349			
	Vehículo Pesado (mayo)						0.9978			
IMDA		107.9270586	30.6039741	29.569057	21.141876	3.4004416	17.533193	7.5549531	2.2807406	
	<b>Total</b>	107.9270586	30.6039741	29.569057	21.141876	3.4004416	17.533193	7.5549531	2.2807406	
<b>IMDA 2022</b>	<b>TOTAL</b>	<b>108</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>224</b>

Tipo de vehículo		IMDA 2022	TIPO DE EJE	NÚMERO LLANTAS	CARGA EJE TON.	Fp FLEXIBLE	F. IMDA FLEXIBLE
Vehículo Ligero	<b>Auto</b>	108	SIMPLE	2	1	0.000527	0.056917788
		108	SIMPLE	2	1	0.000527	0.056917788
	<b>S. Wagon</b>	31	SIMPLE	2	1	0.000527	0.016337513
		31	SIMPLE	2	1	0.000527	0.016337513
	<b>Pick Up</b>	30	SIMPLE	2	1	0.000527	0.015810497
		30	SIMPLE	2	1	0.000527	0.015810497
	<b>Panel</b>	22	SIMPLE	2	1	0.000527	0.011594364
		22	SIMPLE	2	1	0.000527	0.011594364
	<b>Combi</b>	4	SIMPLE	2	1	0.000527	0.002108066
	4	SIMPLE	2	1	0.000527	0.002108066	
Vehículo Pesado	<b>2E</b>	18	SIMPLE	2	7	1.265367	22.77660148
		18	SIMPLE	4	11	3.238287	58.28916529
	<b>3E</b>	8	SIMPLE	2	7	1.265367	10.12293399
		8	TANDEM	8	18	2.019213	16.15370763
	<b>4E</b>	3	SIMPLE	2	7	1.265367	3.796100246
		3	TRIDEM	10	23	1.232419	3.697255725

<b>Tasa anual de crecimiento vehiculos pesados</b>	r	2.83%
<b>Tiempo de vida útil</b>	n	10
<b>Factor Fca Vehículo Pesado</b>	Fca	10.01
<b>Nº de calzada, sentido y carriles por sentido</b>		1 calzadas , 2 sentidos, 1 carril por sentido
<b>Factor direccional*factor carril</b>	Fc*Fd	0.5
<b>Nº de Ejes equivalente (ESAL)</b>	<b>ESAL</b>	<b>210217.95</b>

## Anexo 28. Cálculo del espesor del afirmado

<b>CBR</b>		<b>Mr</b>
<b>Subrasante</b>	<b>6.08 %</b>	8111.28

### Capa de afirmado

<b>REE</b>	<b>=</b>	<b>2010217.95</b>
------------	----------	-------------------

<b>Tipos Tráfico Pesado expresado en EE</b>	<b>=</b>	<b>Tp1</b>
---	----------	------------

<b>W18</b>	<b>=</b>	<b>210217.95</b>
------------	----------	------------------

<b>Psi(inicial)</b>	<b>=</b>	<b>3.8</b>
<b>Psi(final)</b>	<b>=</b>	<b>2</b>

<b><math>\Delta</math> Psi</b>	<b>=</b>	<b>1.8</b>
--------------------------------	----------	------------

<b>R</b>	<b>=</b>	<b>0.7</b>
<b>Zr</b>	<b>=</b>	<b>-0.524</b>
<b>So</b>	<b>=</b>	<b>0.45</b>

<b>Calidad de Drenaje</b>	<b>:</b>	<b>REGULAR</b>
---------------------------	----------	----------------

<b>Coefficiente de drenaje (m1)</b>	<b>=</b>	<b>1.00</b>
---	----------	-------------

<b>Capa de afirmado</b>	<b>=</b>	
-------------------------	----------	--

# METODO AASHTO 1993

ITERATIVO

PROYECTO :

FECHA :

## 1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	10
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	2.02E+05
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	3.8
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.0
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	70%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.524
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

## 2. PROPIEDADES DE MATERIALES

c MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi) 8.11

## 3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

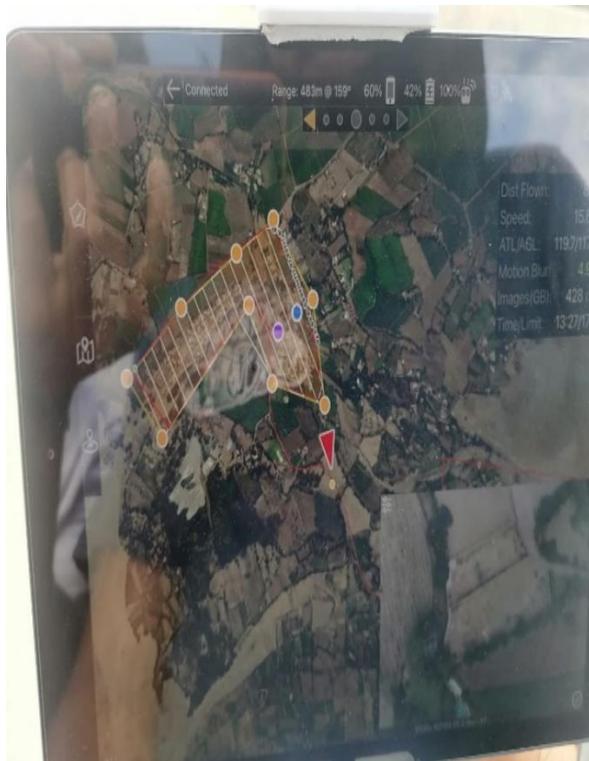
SN Requerido	$G_f$	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
2.27	-0.17609	5.31	5.32

## 4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
capa de afirmado estabilizado	0.10 pulg
Capa afirmado natural	0.12
b COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
capa de afirmado estabilizado	1.00
capa de afirmado natural	1.00

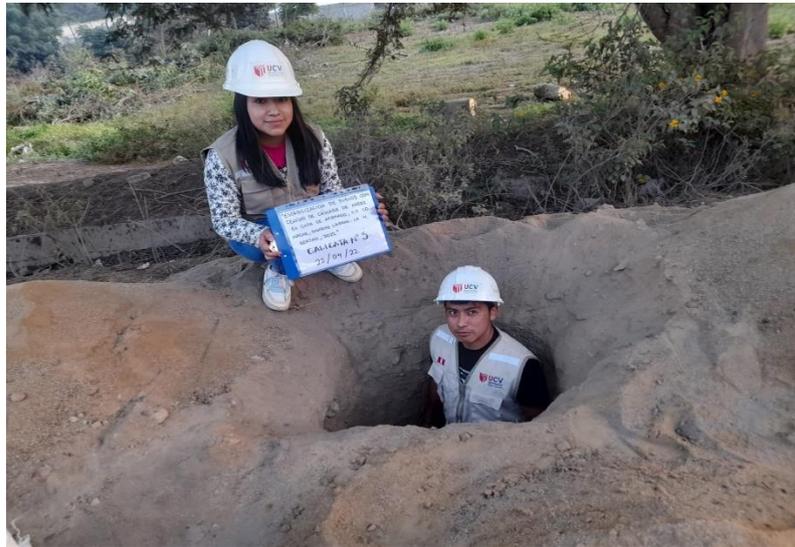
ALTERNATIVA 1	ai	mi	D	
SN REQUERIDO				2.27
AFIRMADO NATURAL	0.10	1.00	10	1.03
AFIRMADO ESTABILIZADO	0.12	1.00	11	1.32
SN RESULTANTE				2.35

**Anexo 29. Panel fotográfico levantamiento topográfico con dron.**



**Anexo 30. Panel fotográfico de excavación de calicatas C.P. Conache**





**Anexo 31. Panel fotográfico ensayos mecánica de suelos**







**Anexo 32.** *Panel fotográfico dosificación de ceniza de cáscara de arroz.*



**Anexo 33.** *Panel fotográfico mezcla de ceniza de cáscara de arroz con suelo natural.*



**Anexo 34.** Panel fotográfico ensayo de suelo natural con ceniza de cáscara de arroz.

